الأكاديمية الدولية
لتكنولوجيا الرياضة فى السويد

المجموعة المختارة

فى التدريب وفسيولوجيا الرياضة

أكاديمى دكتور أستاذ / ريسان خريبط

مركز الكتاب للنشر

الطبعة الأولى ٢٠١٤

فهرسة أثناء النشر

إعداد الهيئة العامة لدار الكتب والوثائق القومية - إدارة الشئون الفنية

خريبط ، ريسان

المجموعة المختارة فى التدريب وفسيولوجيا الرياضة

إعداد : ريسان خريبط

القاهرة - مركز الكتاب للنشر - ٢٠١٣

٥٩٢ ص ؛ ١٧ × ٢٤ سم

تدمك : 9 - 526 - 294 - 977 - 978

رقــم الإيـــداع : ٢٠١٣/١٣٤١٠

الـــنـــاشــــر :	مركز الكتاب للنشر
عـنـوان الكـتـاب :	المجموعة المختارة فى التدريب وفسيولوجيا الرياضة
اسـم المـؤلـف :	دكتور / ريســان خريبـط
رقــم الطبعة :	الأولى
تــاريـخ الطبع :	٢٠١٤م
الإخــراج الفنـى ، وتصميم الغلاف	تيمـور كمـال
المــراجـــعـــة ، والتنسيق العام	سلوى الكشكي
الــطـــبــاعـــة	مطابع زمزم ـ العاشر من رمضان

للاتصال بالكاتب ٠٠٩٧١٥٥٥٥٧٠٥٣٢

مركز الكتاب للنشر

شارع الهداية - قطعة «١» - بلوك ١٨ - برج نور «١»

حى السفارات - مدينة نصر القاهرة

ت : ٢٢٧٠٤٠٩٥ - ٢٢٧١٣٠٣٧ - فاكس : ٢٦٧٠٦١٥٤

markazelkitab@hotmail.com

mkgaafar@ hotmail.com

academyrissan@live.com

المقدمة

كانت فكرة هذه المجموعة العلمية مشروعاً أثيراً صعباً ، نما ونضج مع الأيام مترافقاً مع المشاريع الأخرى ، وسلسلة الكتب والأبحاث للكاتب والتى صدرت منذ بدايات الثمانينات من القرن الماضى حتى إصدار هذه المجموعة العلمية .

إن التطور الكبير فى مجال التدريب الرياضى والعلوم المرتبطة به خلال العقد الأخير من القرن الماضى ، وبالرغم مما حققته البحوث التطبيقية فى هذا المجال من طفرة نوعية ، أسهمت خلالها العلوم المختلفة بنصيب وافر فى تطور المستوى الرياضى ، إلا أنه لازال هناك العديد من المواضيع التى تحتاج إلى مزيد من البحث والتجريب لتفسيرها ، لأن التدريب الرياضى يتقدم بسرعة مذهلة عن طريق المعلومات التى يستمدها من نتائج البحوث والدراسات الحديثة فى المجالات المختلفة ، الأمر الذى أحدث تطوراً كبيراً فى الإنجازات الرياضية .

إن المحتوى العلمى الذى ضَمَّته هذه المجموعة العلمية من أفكار وآراء واستنتاجات نأمل أن تسهم فى مد الباحثين والدارسين والمدربين بالمعلومات العلمية .

والله ولىُّ التوفيق ، ، ،

ريسان خريبط
كوثنبورك ٢٠١٣

الباب الأول

تخطيط وتقويم

التدريب الرياضي

٥ ـــ ١٥٤

الفصل الأول

أسس التخطيط في التدريب الرياضي
وأسلوب بناء الوحدات التدريبية
والدوائر التدريبية الصغيرة

المقدمة

لغرض إنجاح عملية إعداد الرياضيين فإنه لا يكفي وجود بيانات علمية متوازنة ومتناسقة فيما بينها حول تركيب وقواعد إعداد هؤلاء الرياضيين وطرق تصنيفهم ومواصفاتهم المختلفة التى تحدد نتائجهم وأسلوب تنمية هذه المواصفات، ولكن من الضروري أيضاً اتباع إعداد موضوعي لتخطيط العملية التدريبية بدءًا بعدد الوحدات التدريبية اليومية أو الاسبوعية وانتهاءً بالإعداد طويل الأمد والذي يستغرق سنوات عديدة، وفي هذه الحالة فإن العمل يتطلب توحيد وتنظيم عديد من المسائل المتعلقة التي تبرز أثناء التطبيق العملي للنظريات التدريبية وتعود إلى عاملين مهمين: الأول ماهية المادة التي تضمها العملية التدريبية وكيف يمكن بناؤها (ماتفيف).

إن العديد من الأمور المتعلقة ببناء العملية التدريبية لها أسس نظرية عامة وهو إعداد واسع يستخدم لرياضات متنوعة ومحددة، ومع ذلك فقد نظمت أفكار عديدة ترى ضرورة توحيد المعلومات المتوفرة في جميع حقول المعرفة وذلك للعلاقة مع المستلزمات التي تتطلبها التطبيقات العملية للنظرية التدريبية ويعود السبب في ذلك إلى الاهتمام الكبير والدقيق بالتدريب في الألعاب الدورية المختلفة، ففي السنوات الأخيرة تطورت مواصفات وسمات التدريب إلى ظاهرة الاهتمام بعنصر التحمل حيث تم مضاعفة التدريبات الخاصة بها تقريبًا وما يتطلب تنفيذ الأحمال وكثافتها من أسس علمية مناسبة وهذه الأحجام، ومن خلال التطبيق العملي، **فقد أظهر التحليل** أن أغلب الأمور المتعلقة بالتخطيط للعملية التدريبية التي تعالج موضوع الشدة تجري عن طريق التجربة ويقود ذلك إلى أن المدربين من

ذوي الخبرة هم فقط الذين يحددون حلولاً شبه نموذجية عند بناء هيكل العملية التدريبية وقد برز في هذا المجال عدد كبير من الحالات التي يستخدم بها تكثيف العملية التدريبية لا يؤدي إلى نتائج سبق وأن تم التخطيط لها، وإنما إلى إرهاق المتدربين وفى بعض الحالات التأثير سلبًا على حالتهم الصحية.

والثاني: أن عددًا من الدراسات التي نفذت فى السنوات الأخيرة حول بناء العملية التدريبية قد جاءت بنتائج ذات طابع أحادي إضافة إلى أن العديد من القواعد التي كانت قد وضعت سابقًا أصبحت قديمة لا تتلاءم والمستلزمات التي يفرضها التطبيق الجيد. ويتعلق هذا قبل كل شيء بالبيانات التي تنحصر في التعب والاستعادة بعد تنفيذ الوحدات التدريبية ذات الأحمال الكبيرة مضافًا إليها الأمور المتعلقة بتتابع الأحمال المتباينة فى الاتجاه ومن خلال الدورات الصغيرة.

وثالثًا: إن جميع الأمور المتعلقة بالعملية التدريبية والتي تضمنتها المصادر المتخصصة والتي تسلط الضوء على النظريات العامة والأسس التي يعتمد عليها التخطيط في مجال التدريب الرياضي لا تحظى بمستوىً متطور من المعرفة وبقدرٍ متساوٍ من وسائل الكشف والإعداد بما يتماشى والحاجات الآنية فقد أشار إلى ذلك مراتٍ عديدةً كل من (ماتفيف وبلاتونوف وغيرهم)، ويرى ماتفيف بضرورة أن تعتمد العملية التدريبية على نظام ثابت نسبيًا لتوحيد عناصرها (أجزاء العملية التدريبية والجوانب والحلقات ذات العلاقة) وأفضلية العلاقات بين بعضها البعض وتتابعها العام ويتحدد هذا المفهوم حسب تشكيل العملية التدريبية، ويمكن أن تكون على النحو الآتي:

- هي نظام العلاقة المتبادلة للنسب المختلفة للعملية التدريبية (الإعداد البدني العام والخاص، الإعداد التكنيكي والنفسي وغير ذلك) إضافة للعلاقات بين عوامل الحمل التدريبي وحمل المنافسة (حجم وشدة التدريب، حجم نشاط المنافسات قياسًا بالحجم الشامل للحمل وغير ذلك) وتتابع العمل والعلاقة المتبادلة بين أجزاء التدريب كالوحدات التدريبية، الدورات التدريبية الصغيرة، فترات الراحة وغير ذلك، ولابد من التفريق في العملية التدريبية بين ثلاثة مستويات عند تشكيل الحمل (التشكيل المصغر): وهو تشكيل وحدات تدريبية انفرادية، دورات صغيرة - (التشكيل الوسطي): وهو تشكيل دورات متوسطة وحسب مراحل التدريب بما في ذلك ما يتناسب مع نهاية كل دورة من الدورات الصغيرة.

- وتشكل الدورات الكبيرة (عدد من الدورات الصغيرة) وعلى هذا الأساس فإن مسألة التخطيط للتدريب الرياضي ستكون ذات فائدة كبيرة خصوصًا في الأنواع الدورية من الرياضة حيث سيؤدي إلى إيجاد تشكيل مختلف لوحدات العمليات التدريبية وبلورة العلاقات النموذجية بين مكونات التدريب وعناصر الحمل.

طبيعة النشاط العضلي أثناء الوحدة التدريبية وتركيبها العام

في بداية أي وحدة تدريبية يلاحظ زيادة في كفاءة الأداء أثناء التهيئة حيث تتسم فترة التهيئة هذه بأنها تبرز في أي نشاط عضلي وتعد حالة بايولوجية (غ. ف فولبورت. م ياغوركين) تسبقها فترة ما قبيل العمل واجبها إثارة المنظومة العصبية وتنشيط الفاعلية الوظيفية وهي عبارة عن استعداد الجسم لتحسس تنفيذ هذا العمل أو ذاك.

وتكون فترة التهيؤ في علاقة مباشرة مع شدة العمل المنفذ وكلما كان أكثر شدة كلما كانت فترة التهيؤ أطول وتحدث هذه العملية بصورة واضحة إذا استخدمت تلك التمارين التي ينبغي تنفيذها في النشاط اللاحق وعادة ما تكون فترة الاستعادة أقصر عند الرياضيين الذين تكيفوا للحمل.

وبعد فترة من تطبيق البرنامج التدريبي تنفذ الوحدة التدريبية خلال فترة معينة بمستوى ثابت نسبيًا من حيث كفاءة الأداء وحسب ما يسمى «بالحالة الثابتة» يتم في هذا الوقت بلوغ درجة من التوافق في نشاط الوظائف الحركية والعصبية.

إن الخلل في استقرار كفاءة الأداء يحدث كنتيجة لحدوث حالة الإرهاق والتي توصف على أنها مضاعفة توتر نشاط الأنظمة الوظيفية عن المستوى المستقر نسبيًا لكفاءة الأداء ومن ثم هبوطها (ف. س فارفل دانكو) ويلاحظ في الجدول رقم (١) سمات الإمكانيات الوظيفية للرياضيين في مراحل مختلفة للنشاط العضلي ذي الطبيعة الدورية، ولإعداد عوامل موضوعية لأحمال في وحدات انفرادية أجرينا دراسات لعدد من الفعاليات الرياضية كركوب الخيل والسباحة ثم بحث ديناميكية كفاءة أداء ونشاط الأنظمة الوظيفية الأساسية عند تنفيذ منهاج تدريبي ذو اتجاهات مختلفة، وتبين من نتيجة هذه الدراسة أنه بغض النظر عن اتجاه الوحدات التدريبية (القوة - السرعة - المطاولة ذات الأنواع المختلفة) فإن تغير الإمكانات الوظيفية للرياضيين عند تنفيذ منهاج الوحدات التدريبية له صلة بفترات إعداد وحدات كفاءة أداء ثابت. وهنا تعتبر علاقة العمل الذي ينفذ في فترات مختلفة واحدة تقريبًا بغض النظر عن اتجاه الوحدات التدريبية ويشمل ذلك فترة الإعداد ٣٠ ٪ من الحجم الإجمالي للعمل وفي فترة الحالة الثابتة ٢٥ - ٥٠ ٪ وفترة تعويض الإرهاق (الشفاء) ٣٠ - ٣٥٪.

جدول رقم (١)
تغيير الإمكانيات الوظيفية للرياضيين
في عملية النشاط العضلي ذات الطبيعة الدورية

الدورات (الأطوار)	وظيفة الجهاز الحركي	منظومة العصب المركزي	
		الوظيفة البدنية	الوظيفة الانباتية
دورة الأعداد			
أ. الجهود الأولية	تكوين الأسلوب الحركي	إثارة إحدى المراكز الحركية	الجهد المطلوب وإيقاف الوظائف الأخرى
ب. تحشيد الوظائف الانباتية	ثبات الحركة	قلة فاعلية مواقع الحركة	إيقاف وتنمية وظيفة وحسب المستوى المطلوب من الجهد
فترة ثبات كفاءة الأداء			
أ. الثبات الجزئي للوظيفة الانباتية	ثبات الحركة	إثارة الجهاز العصبي المركزي	التذبذب الطفيف المحتمل في الثبات
ب. الثبات الكامل للوظيفة الإنباتية	ثبات الحركة	المحافظة على الإشارة الفعالة	الاستقرار الثابت لمؤشر التأمين الانباتي
التعب			
أ. التعب الكامن الذي يتم تجاوزه	إيقاف فاعلية الحركة	زيادة في الإثارة الإرادية	زيادة الجهد لمقابلة هبوط العامل الوظيفي
ب. التعب الواضح الذي لم يتم تجاوزه	صعوبة الحركة بيوميكانيكا	النمو الظاهر	عدم التنسيق في الواجبات إمكانية إضعافها

يتحدد التركيب القائم للوحدات التي تتكون من الأقسام الإعدادية والرئيسية والختامية من خلال فترات تغير الحالة الوظيفية لجسم الرياضي أثناء العمل.

القسم الإعدادي *هنا يعني الإجراءات التنظيمية والإعداد المباشر للرياضي لتنفيذ منهاج الجزء الأول من الوحدة، وكلما كانت البداية دقيقة وبدرجة من الانضباط كلما كان نجاح التقدم بالفعالية أكثر ويكون الاهتمام بالجزء القادم أكثر ليكون التهيؤ الصحيح لتنفيذ منهاج العمل وتبرز ما يسمى حالة قبيل البداية، التي تتلخص بمضاعفة نشاط أنظمة الجسم الوظيفية الرئيسية مما يساعد في الإعداد السريع للعمل الذي يليه. وإن تنفيذ عملية الإحماء في هذا الصدد والتي تحتوي على تنفيذ مجموعة من التمارين المختارة التي تساعد في الإعداد الأمثل للرياضي إزاء العمل القائم، وعادة ما تقسم عملية الإحماء إلى جزئين: الإحماء العام والإحماء الخاص. ويساعد القسم الأول في تنشيط الأنظمة الوظيفية الأكثر أهمية، كمنظومة العصب المركزي، أنظمة الجهاز الحركي وتهيء الجسم للعمل الأساسي،*

ويستخدم في القسم الأول من الإحماء تمارين الإعداد الشامل لمضاعفة كفاءة أداء الجسم العامة ويستخدم في القسم الثاني من الإحماء تمارين إعداد خاصة بحيث يوجه هذا القسم لخلق حالة مثلى للحلقات المركزية والمحيطة للجهاز الحركي عند الرياضيين واختيار التمارين وعلاقتها ضمن حدود كبيرة تعتمد على الخواص الشخصية للرياضي وطبيعة العامل الذي يليه إضافة إلى الوسط الخارجي المحيط.

تعالج المسألة الأساسية الموحدة ضمن الجزء الأساسي ويمكن أن يكون العمل المنفذ متنوعًا جدًا ويؤمّن مضاعفة جوانب مختلفة للإعداد البدني المتخصص والنفسي وكذلك اكتمال التقنية النموذجية إضافة للجوانب التعبوية والإرادية وغير ذلك، أما استمرارية فترة هذا الجزء من الوحدة فتعتمد على طبيعة ومنهجية التمارين التي تستخدم في هذه الوحدة وكذلك قيمة الحمل التدريبي.

إن اختيار التمارين وعددها يكون باتجاه الوحدة والحمل لذلك سيتم تسليط الضوء في الأقسام اللاحقة على النواحي التي تتعلق قبل كل شيء ببناء هذا القسم من الوحدة بالذات.

أما في القسم الأخير من الوحدة فتنخفض تدريجيًا شدة الحمل كي يمكن تحويل جسم الرياضي إلى الحالة القريبة قدر الإمكان من الحالة ما قبيل العمل وخلق ظروف تلائم تكثيف سير عمليات الاستعادة.

درجة الحمل في الوحدة التدريبية

تعد درجة الحمل هي العامل الأساسي الذي يحدد مدى تأثير الوحدة التدريبية في جسم الرياضي إذ كلما كان الحمل التدريبي أكبر كلما كان التعب أكثر كذلك حجم الإزاحات في الأنظمة الوظيفية التي تساهم بصورة مكثفة في تأمين العمل ستكون هي الأخرى كبيرة وما ينعكس ذلك على طبيعة عمليات الاستعادة فبعد تنفيذ أحمال كبيرة نسبيًا تستمر لعشرات الدقائق وربما لبضع ساعات، فإن نتائجها تستمر لفترة طويلة على الأجهزة تصل إلى ٣ - ٨ أيام، (غوركين وآخرون).

وينبغي التمييز بين أنواع الحمل الآتية: صغيرة، متوسطة، وكبيرة نسبيًا وكبيرة وقصوى، وتتناسب هذه القيم مع درجات معينة من الإجهاد فالحمل القليل والمتوسط لا تظهر عنه أعراض التعب أما أعراض التعب جَرَّاء الحمل الثقيل نسبيًا فتكون أعراضه مخفية في حين ينجلي التعب لحمل كبير بأعراض واضحة.

إن أكثر توصيفًا لقيمة الحمل يحدث داخليًا أي من خلال استجابة الجسم للعمل المنفذ (بلاتونوف) فبالإضافة إلى المؤشرات التي تحوي معلومات حول الأجهزة الوظيفية

المختلفة يمكن استخدام المؤشرات الموضوعية مثل لون الجلد، قدرة الرياضي على التركيز، مستوى تنفيذه للحركة، مزاجه، الشعور العام، (فرجيسنفيسكي، فيدوروفا وغيرهم) يضاف إلى ذلك فإن قيمة الحمل يمكن أن تحدد بصورة دقيقة من خلال التأثير الخارجي أي من خلال إجمالي الكيلومترات في السباحة والركض والدراجات وسرعة قطع المسافات أو شدة العمل المنفذ وفي غالب الأمر فإن معايير الحمل الخارجي والداخلي ترتبط فيما بينها بصورة وثيقة جدًا، حيث أن زيادة حجم العمل المنفذ يؤدي إلى تعزيز الإزاحات في الحالة الوظيفية للأجهزة العضوية مع ظهور حالات التعب.

وانطلاقًا من البيانات المنشورة في المصادر المختلفة واعتمادًا على نتائج الدراسات يمكننا أن نصف باختصار أسس أنواع الأحمال التي تستخدم في عملية التدريب للرياضيين المصنفين.

جدول رقم (٢)
مواصفات أنواع الأحمال التدريبية

الحمل	معيار قيمة الحمل	المسائل المحلولة
دائرة صغيرة	بروز المستوى الأول لفترة كفاءة الأداء الثابتة ٢٠ – ٢٥ ٪ من حجم العمل المنفذ قبل ظهور التعب	ثبات المستوى الذي تم الحصول عليه بعد التدريب وتعجيل عمليات الاستعادة بعد الأحمال السابقة.
دائرة متوسطة	بروز المستوى الثاني لكفاءة الأداء الثابتة ٤٠ – ٥٠ ٪ من حجم العمل المنفذ قبل ظهور التعب	ثبات مستوى التدريب الذي تم الحصول عليه ومعالجة المسائل الخاصة بالإعداد.
دائرة كبيرة نسبيًا	حدوث مستوى التعب الكامل القابل للتعويض ٦٥ – ٧٠ ٪ من حجم العمل المنفذ قبل ظهور التعب	ثبات ومن ثم مضاعفة عملية التدريب.
دائرة كبيرة	ظهور التعب	مضاعفة عملية التدريب

ويصاحب الحمل الكبير إزاحة وظيفية كبيرة نسبياً في جسم الرياضي وهبوط في كفاءة أداءه وهو ما يشير إلى ظهور التعب الواضح وللحصول على أحمال كبيرة يتوجب على الرياضي أن ينفذ حجماً كبيراً من العمل يلائم مستوى إعداده.

إن المعيار الخارجي للحمل الكبير هو عدم إمكانية الرياضي مواصلة تنفيذ العمل المقترح ولكن الاستخدام الفعال لهذا المؤشر يمكن أن يقوم به المدرب المحترف فقط والذي يعرف جيدًا ما هي حدود إمكانية لاعبه، فبالتخطيط السليم لهذه الوحدة أو تلك يمكن استخدام الوسائل التدريبية من درجات ذات صعوبات متنوعة وهذا ينبغي السعي لكي يكون المنهاج التدريبي أولاً صعبًا بما فيه الكفاية كى يكون حافزًا حقيقيًا لتجنيد الإمكانات الوظيفية للرياضي وثانيًا لضمان التكيف.

وينبغي على الرياضى الذي يواجه متطلبات تفوق إمكاناته الامتناع عن تنفيذ منهاج العمل المقترح قبل المباشرة به وأن هذا الامتناع يحدث بسبب الخرق الحاد لتجانس الظروف التي تحيط بالجسم وليس بسبب التأثير الطويل والمكثف على الأجهزة الوظيفية التي تحدد كفاءة الأداء عند تنفيذ الأعمال المحددة، وبالطبع فإنه لا يجوز القول في هذه الحالة بأن الرياضي حصل على حمل عالٍ.

وأثناء عملية أداء التمرين فإن التعب يتزايد تدريجيًا، وعنده يتجاوز حدود التعويض فيحدث هبوط تدريجي في كفاءة الأداء، الأمر الذي يشير إلى تعب واضح ولكن حتى في هذه المرحلة فإن كفاءة الأداء تهبط تدريجيًا.

وينبغي تحديد لحظة توقف العمل في كل حالة محددة اعتمادًا على اتجاه الوحدة التدريبية وطبيعة بنائها وكذلك على إعداد الرياضي، وهنا من الضروري التقيد بشرطين:

أولاً: لا بد من تأمين حجم كبير نسبيًا للعمل المنفذ في ظروف التعب العالي لأن هذا بالذات يحدد طبيعة التعب ووتيرة الحمل العالي للتدريب.

وثانيا: فإن استمرار العمل في حالة التعب الواضح لا ينبغي أن يكون طويلاً بحيث تظهر أثار سلبية على تكتيك الرياضي وحالته النفسية، وتشير المعلومات الخاصة بإعداد الرياضي في المستويات العليا أي أن حجم التدريب في الوحدات التدريبية ذات الأحمال العالية تكون باتجاه القوة السريعة وكذلك الوحدات التي تساعد على مضاعفة التحمل للعمل القصير السريع يمكن أن تتجاوز بمقدار ٥ – ١٠٪ من القيمة المسجلة قبل حدوث حالة التعب الواضح، وفي الوحدات الموجهة لتطوير الأنواع المختلفة للتحمل الذي يرتبط برفع آلية التبادل الهوائي فإن هذه الزيادة يمكن أن تبلغ ١٠ – ١٥ ٪ ويتسم الحمل التدريبي العالي نسبيًا بالحجم الإجمالي الكبير وللعمل في ظروف الحالة الثابتة دون أن يصاحب ذلك هبوط في كفاءة الأداء، ويتوقف العمل في هذه الحالة عندما تظهر علامات ثابتة للتعب التعويضي.



ويشكل حجم العمل في وحدات ذات أحمال عالية نسبيًا عادة ٧٠ ٪ من حجم العمل الذي ينفذ قبل حلول التعب الواضح.

وتتلاءم الأحمال المتوسطة مع بداية المرحلة الثابتة لكفاءة الأداء الثابتة والمصحوبة بثبات الحركة، إن حجم العمل في هذه الحالة عادة ما يتراوح بين ٤٠ - ٥٠ ٪ من حجم العمل الذي ينفذ قبل حلول حالة التعب الواضح.

أما الحمل القليل فينشط بصورة واضحة فعالية عدد من الأجهزة الوظيفية، وتصاحب بتثبيت الحركة، أما عدد التمارين التي ينفذها الرياضيون في وحدات ذات حمل قليل فتشكل عادة ٢٠ - ٢٥ ٪ من حجم العمل قبل حلول التعب الواضح.

أساليب بناء الوحدات التدريبية حسب الاتجاه

إن اتجاه الوحدات المستخدمة في التدريب في ضوء الطرق التي تنفذ بموجبها استخدام تمرينات الإعداد العام والخاص والمنافسات وعند التطبيق الميداني لهذه التمرينات فتتخذ الوحدات اتجاهًا انتقائيًا بدرجة كبيرة وبمجموعة اتجاهات ويخطط البرنامج الوحدات ذات الاتجاه الانتقائي بطريقة بحيث يؤمن الحجم الأساسي من التمرين تطوير واحدة من عناصر التدريب المهمة «مثلاً تنمية التحمل الخاص، تطوير إمكانات القوة المميزة بالسرعة» أما بناء تمارين مجموعة الاتجاهات فيقترح استخدام وسائل تدريب تساعد على معالجة عدد آخر من مفردات البرنامج التدريبي.

وحدات الاتجاه الانتخابية

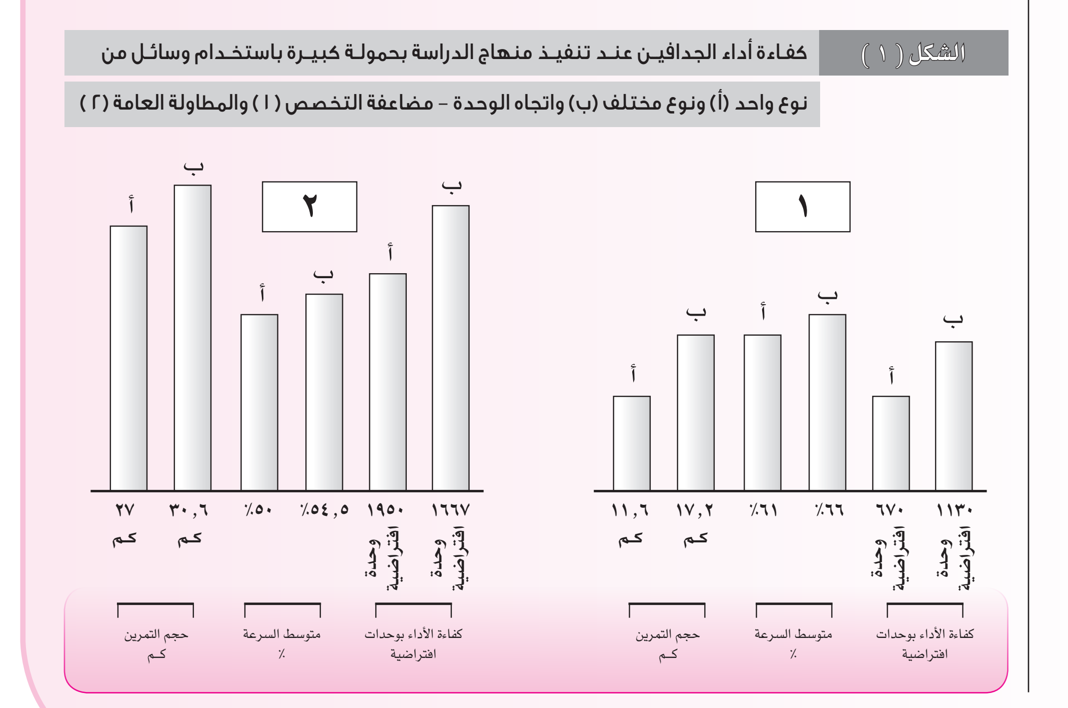
في هذا النوع من الوحدات يتم استخدام وحدات تساعد على تنمية صفات وإمكانات فردية والتي تحدد مستوى الإعداد الخاص كصفات القوة المميزة بالسرعة والقدرة الهوائية واللاهوائية والتحمل الخاص وعادة ما تنمو ظاهرة الاقتصادية في الجهد ومضاعفة فاعلية استخدام الأجهزة الوظيفية أثناء المنافسات مع زيادة الثبات النفسي ويتم تجاوز حالة الإحساس بالتعب بصورة متوازنة مع نمو الصفات الأخرى، ويمكن ذكر الشيء نفسه فيما يخص نمو التكنيك فالعمل مع التكنيك يجب أن يتم بصورة ثابتة أثناء عملية تنمية الصفات والإمكانات الأخرى وفي هذه الحالة يستطيع الرياضي المحافظة على تكنيك يتغير حسب المتطلبات الخاصة بالنشاط والتي من الضروري معالجتها أثناء المنافسات وحسب المتغيرات التي تطرأ وبشكل دائم.

توجد وسائل مختلفة لتشكيل الوحدات التدريبية ذات الاتجاه الانتخابي (الفردي) فمثلاً تبني الوحدات على أساس استخدام مصادر من نوع واحد وذو انتشار واسع أو على أساس

الوسائل المتاحة أمام المدرب بحيث أن المنهاج التدريبي للوحدات ذات النوع الواحد تكون مستقرة طيلة الفترة المحددة، وفي الحالة الأخرى تشكل وحدات بموجب المبدأ السابق نفسه ولكن في المراحل المختلفة من التدريب في وحدات ذات الاتجاه الواحد تستخدم وسائل وطرق مختلفة، وأخيرًا فإن الحالة الثالثة تقترح استخدام مجموعة واسعة جدًا في كل وحدة تدريبية من الوسائل التدريبية المختلفة وذات اتجاه واحد والتي تستخدم عددًا من الطرق.

لقد أجريت مجموعة من الدراسات تحدد فيها تأثير طبيعة بناء منهاج الوحدات التدريبية على كفاءة أداء الرياضيين من ذوي المستويات العالية (جدا في الزوارق والسباحين) جرى تحليل خاصية التعب وكيفية سير مرحلة الاستعادة بعد الوحدات التي تشكل بموجب أسس مختلفة وخلال سير التجارب الطبيعية الطويلة فقد تم تقويم تأثير طريقة بناء الوحدة التدريبية ذات الاتجاه الانتخابي على فاعلية عملية التدريب، لقد أظهر الرياضيون الذين استخدموا تمارين ذات اتجاه واحد مختلف كفاءة أداء عالية مقارنة باستخدام وسائل من نوع واحد، وتظهر مناهج الوحدات ذات الوسائل المتنوعة تأثيرًا كبيرًا على الجدافين والسباحين، ويبين الشكل (١) مؤشرات كفاءة الأداء عند الجدافين في الوحدات الموجهة نحو تنمية التحمل العام والخاص (مع استخدام منهاج ذي وسائل مختلفة وباتجاه واحد ومعدات تدريب متنوعة).

الشكل (١) كفاءة أداء الجدافين عند تنفيذ منهاج الدراسة بحمولة كبيرة باستخدام وسائل من نوع واحد (أ) ونوع مختلف (ب) واتجاه الوحدة - مضاعفة التخصص (١) والمطاولة العامة (٢)



وتؤكد هذه العلاقة التجارب التي نفذت بمساهمة سباحين ماهرين عند استخدام وحدات بمناهج مختلفة كان معدل قيمة كفاءة أداء الرياضيين قد تجاوزت ٢٥ - ٣٠ ٪.

وعمومًا فاستنادًا إلى الدراسات يمكن الجزم بأن الرياضيين يظهرون كفاءة أداء عالية (عند تساوي المؤشرات الذاتية والموضوعية تقريبًا التي تشير إلى التعب)، في تلك الحالة التي يتم بناء الوحدة التدريبية على أساس الوسائل المختلفة وذات اتجاه واحد إلى تطوير كفاءة الأداء أساسه بناء الوحدة التدريبية وتنظيمها تحدث إما نتيجة لزيادة حجم العمل أو نتيجة لزيادة متوسط شدة العمل.

وكما أظهرت دراسات أخرى فإن تطوير كفاءة الأداء في الوحدات ذات المنهاج من الاتجاه الواحد المختلف، مقارنة بالمنهاج ذي الطبيعة الواحدة لا تعتمد على نوع التخصص الرياضي ولا على اتجاه الوحدات التدريبية، ولذلك فإن النتائج العامة التي تبرز يمكن أن تشمل وحدات ذات اتجاهات مختلفة سبق وأن شكلت لدورة أخرى من الألعاب الرياضية.

وهناك بيانات مماثلة نجدها عند تحليلنا لمؤشرات أخرى تعكس جوانب مختلفة لكفاءة أداء الرياضيين عند تنفيذ منهاج وحدات ذات اتجاه واحد وكذلك عند دراسة استجابة أجسام الرياضيين المتخصصين في أنواع رياضة دورية مختلفة اتجاه الحمل، ويبين الجدول (٣) بيانات تتعلق بتأثير الحمل الإجمالي على جسم الرياضي لدوائر مايكروية (صغيرة) اسبوعية استخدمت فيها وحدات شكلت على أسس متغيرة ضمنت كل دائرة ميكروية تسع وحدات خطط أن تكون أربع منها ذات اتجاه انتخابي بأحمال كبيرة.

جدول رقم (٣)
مؤشرات كفاءة أداء السباحين في فترة الاستعادة بعد تنفيذ حمولة إجمالية لدورات صغيرة استخدمت فيها وحدات ذات اتجاهات منتخبة بنيت وفق أسس متغيرة
(كنسبة مئوية إلى المستوى الابتدائي)

وحدات الدوائر الصغيرة	فترة التدريب بعد آخر وحدة للدورة الصغيرة	المؤشـــرات		
		إمكانيات السرعة	التحمل أثناء عمل ذا طبيعة لا هوائية	التحمل أثناء عمل ذا طبيعة هوائية
بوسائل ذات طبيعة واحدة	خلال ٦ ساعات	٩٩,١٨ ± ٠,٤٩	٩٨,١٧ ± ٠,٤٧	٩٩,٢٦± ٠,٤٦
	خلال ٢٤ ساعة	١٠٠,١٨ ± ٠,٤٥	٩٩,٣٠ ± ٠,٥٢	٩٩,٩٣± ٠,٤٨
بوسائل ذات طبيعة مختلفة	خلال ٦ ساعات	٩٨,٧٣ ± ٠,٣٧	٩٧,٧٩ ± ٠,٤٨	٩٩,٢٢± ٠,٤٤
	خلال ٢٤ ساعة	٩٩,٨٩ ± ٠,٤٢	٩٨,٨٤ ± ٠,٣٣	٩٩,٦٥± ٠,٤٣

وكما يبدو من الجدول فإن مضاعفة حجم العمل المنفذ في الدورة الميكروية التي استخدمت فيها وحدات بمنهاج مختلف لم تؤد إلى تعب أكثر عمقًا وبصورة ملحوظة مقارنة بالدورة الصغيرة التي خطط فيها لوحدات منهاج ذي طبيعة واحدة ويساعد هذا في التوصل إلى استنتاج عملي مهم حول إمكانية إدخال وحدات ذات اتجاه انتخابي في الدورات الصغيرة وبمنهاج مختلف يعطي فرصة لتنفيذ حجم عال جدًا للعمل التدريبي دون المجازفة بإرهاق الرياضي.

لقد تأكد صحة الافتراضات بقدر كبير في سلسلة تجارب تدريبية أجريت استنادًا إلى فعاليات رياضية دورية مختلفة فعلى سبيل المثال أن نتائج أربعة أشهر من التجارب بمشاركة ٣٢ سباحًا ماهرًا أظهرت أن عملية تكيف الرياضيين تزداد بمقدار كبير في تلك الحالة عندما تستخدم وحدات ذات اتجاه انتخابي في عملية إعدادهم وبمنهاج شكّل كي يستخدم دائرة من التمارين التدريبية المنفذة في أنظمة لطرق مختلفة، تعد الطريقة التي تستخدم فيها لفترة طويلة وحدات تستعمل الوسائل نفسها أقل فاعلية وإن كانت تلك الوسائل فعالة، ويحدث في هذه الحالة تكيف سريع لجسم الرياضيين إزاء الوسائل المستخدمة، ومن ثم تباطؤ نمو المتدرب ومن ثم توقفه.

إن الفعالية العالية للعملية التدريبية المبنية على أسس استخدام وحدات بمنهج متغير تعود إلى أسباب عديدة ومن هذه الأسباب يمكن تحديد الحجم الإجمالي الكبير للعمل، والذي يمكن أن ينفذه الرياضيون بنفس المعايير الذاتية والموضوعية التي تشير إلى التعب كما لا يجوز أيضًا عدم الأخذ بعين الاعتبار أن الرياضيين الذين يتخذون عددًا محددًا من الوسائل التدريبية يحدث تكيفهم بسرعة إزاءها ثم تصبح هذه الوسائل غير قادرة على تلبية متطلبات تحفيز فعال لعمليات التكيف بعد مضي فترة معينة. إضافة إلى ذلك فإن التمارين المختلفة الموجهة نحو تنمية المواصفات نفسها لها مزاياها الخاصة بها والتي تعبر عن التأثير الناجح في صفات وإمكانات فردية محدودة.

وتكفي الإشارة في هذا المجال إلى الفكرة الشائعة والتي مفادها أن مضاعفة الإمكانات الهوائية يمكن بلوغها بنجاح متساوي باستخدام أنظمة محددة في المسافة ونظام الفواصل أو التدريب المتغير ويشكل ذلك أساسًا لإرشادات فردية متخصصة لاستخدام أحد الطرق أحادية الجانب من المشار إليها، ولكن هذا لا يؤخذ بالاعتبار التركيب المعقد للإنتاجية الهوائية وكذلك فإن الطرق والوسائل المختلفة لا تساهم بمقدار واحد باكتمال صفات مختلفة لها القابلية على التحديد. لذلك فإن طريقة أحادية الجانب التي تتلخص بالاستخدام الأنجح لتطوير الإمكانات الهوائية لطريقة ما تعتبر فعالة بما فيه الكفاية.

إن الفعالية العالية للتمارين المشكلة على أساس استخدام وسائل مختلفة ذات اتجاه واحد لا تعني ضرورة الاستبعاد الكامل من عملية التدريب بالوحدات ذات المنهاج الواحد، فإن مثل هذه الوحدات يمكن على سبيل المثال أن يخطط لها في الحالات التي توضع فيها كحالة

مكملة لإعداد الرياضي للتنفيذ الاقتصادي للجهد المطلوب (أي. ب. رانوف) أو مضاعفة الثبات النفسي إزاء التدريب الطويل بشدة عالية ومن نمط واحد وهو يعتبر مهم جدًا لإظهار التحمل الخاص في ركض المسافات الطويلة (ن. باييفر).

الوحدات ذات الاتجاه الشامل حيث توجد طريقتان لتشكيل هذا النوع من الوحدات والتي تأخذ بالاعتبار نمو مواصفات وإمكانات مختلفة في آن واحد وتتلخص الطريقة الأولى بأن يقسم منهاج الوحدة التدريبية الانفرادية إلى قسمين أو ثلاثة أقسام مستقلة نسبيًا فيستخدم في القسم الأول وسائل لتطوير إمكانات السرعة وفي القسمين الثاني والثالث وسائل لتطوير التحمل في الفعاليات ذات الطبيعة الهوائية واللاهوائية.

أما الطريقة الثانية فلا يقترح النمو المستمر لصفة من الصفات وإنما النمو المتوازي لعدد (عادة ما يكون هذا العدد اثنان) من الصفات مثال ذلك برنامج لركض ١٠ × ٤٠٠ م بسرعة تساوي ٨٥ – ٩٠ ٪ من السرعة القصوى مع وجود فترات للراحة البدنية أمدها ٤٥ ثانية فإن هذا البرنامج يشترك من جهة مع منهاج التدريب الذي يستخدم الفواصل لتطوير مستوى الكفاءة الهوائية ومن جانب آخر فإنه يفرض متطلبات عالية للطرق اللاهوائية (تحلل السكر)، لتأمين الطاقة محفزًا بذلك تطوير التحمل أثناء عمل ذي صفة لا هوائية.

وهذا فإن الوحدات ذات الاتجاه الشامل يمكن تقسيمها إلى مجموعتين مجموعة ذات معالجة تتابعية في التطوير ومجموعة ذات معالجة متوازية للحالات التدريبية وبالإمكان أن تنسب إلى المجموعة الأولى الوحدات التي نروم فيها تطوير:

١- إمكانات السرعة والتحمل عند تنفيذ جهد ذي طابع لاهوائي وهوائي.

٢- إمكانات السرعة والتحمل عند تنفيذ جهد ذي طابع هوائي.

٣- التحمل عند تنفيذ جهد ذي طابع لا هوائي وهوائي.

عند تحليل اسلوب بناء مثل هذه الوحدات تبرز اثنتان من الحالات المهمة وتتلخص الحالة الأولى في إيجاد التتابع الفعال والمستمر لاستخدام الوسائل التي تساهم في تنمية صفات مختلفة، بينما تتلخص الحالة الثانية في إيجاد علاقة مستمرة لحجم هذه الوسائل، ففيما يتعلق بالسؤال الأول فإن الآراء الأكثر شيوعًا في مجال التدريب ترى عند التخطيط للوحدات التي تهدف لتطوير إمكانات السرعة والتحمل ينبغي تنفيذ فعاليات تطوير صفة السرعة في القسم الأول وتطوير صفات التحمل في القسم الثاني بحيث إذا وضعت في أحد الوحدات مفردات لتطوير أنواع مختلفة من التحمل فإن تتابع توزيع الحمل سيكون في النحو الآتي:

تستخدم أولاً مفردات موجهة لتطوير احتياطي تشكيلات الطاقة، أن أساس هذا التتابع ربما يعود إلى أن العمل من أجل تطوير إمكانات السرعة يتطلب صرف قوة كبيرة ذات تنسيق عضلي – عصبي دقيق، واهتمام شديد للطبيعة الديناميكية والقوة الكينتيكية للحركة.

إن مراعاة هذه الشروط تتم في الحالة التي لا يكون فيها الرياضي متعبًا، أي قبل بداية الوحدة أو بعد الإحماء مباشرة وعندما يكون محتفظًا بكفاءة أداء ثابتة، بعدها فإن الرياضي ومع زيادة التعب ينتقل إلى تنفيذ تدريبات لتطوير التحمل وفي هذه الحالة ينفذ العمل اللاحق مصحوبًا بتغيرات يتصاعد فيها دور الأجهزة الوظيفية المختلفة تحت ظروف التعويض ومن ثم تحت ظروف التعب الواضح لتكون أساسًا جيدًا لنمو أنواع مختلفة للتحمل.

ومن الضروري الإشارة هنا إلى أن التتابع في توزيع الآليات لا يعتبر الوحيد فكثيرًا من الخبراء من ذوي المستويات العالية في مجال إعداد الرياضيين يستخدمون مزيجًا مغايرًا من الوسائل في الوحدات ولمجموعة الاتجاهات ولإعطاء مثال على ذلك نشير إلى الخبير المعروف في مجال السباحة كاونسيلين الذي يوصي باستخدام سباحة المسافات وسباحة الفواصل في بداية الوحدة التدريبية بشكل واسع في الأنظمة المختلفة والتي تساعد على مضاعفة مستوى الإنتاجية الهوائية بفضل التأثير الواسع في منظومة نقل الأوكسجين، ويتم تأمين تطوير إمكانات القوة المميزة بالسرعة في القسم الأخير من الوحدة بحيث غالبًا ما ينفذ العمل القصير (٤ × ٢٥ ياردة) بالسرعة القصوى في نهاية الوحدة، إن هذا التخطيط للمنهاج التدريبي يحمل تصور بعدم جدواه منطلقًا من معنى أن الحجم الإجمالي للعمل الذي يسبق العمل السريع القصير يظهر تأثيرًا كبيرًا على الأجهزة الوظيفية وحلقاته التي ترتبط بورود الأوكسجين ونقله ونضوبه، وفي الوقت نفسه فإن هذا العمل لا يظهر تأثيرًا ملحوظًا في المنظومة العضلية والمراكز العصبية التي تنظم النشاط العضلي الشديد، وبصورة إجمالية فإن الإمكانات الوظيفية للأنظمة التي تحدد فاعلية التنفيذ تتواجد في مستويات عالية عند بداية تمارين السرعة وفي نفس الوقت فإن السباحة التي تبدأ بقطع عدد كبير من الأجزاء والمسافات بشدة عالية تساعد في اقتصادية الجهد وتنظيم التناسق في الحركة والوظائف الحركية والعصبية، وهذا يساعد في نهاية المطاف على تنفيذ العمل الموجه نحو تطوير إمكانات السرعة في أفضل الظروف، ولكن استخدام تمارين السرعة في نهاية الوحدة لها ما يبررها عندما يكون العمل من أجل السرعة التي تسبق العمل من أجل مضاعفة الإنتاجية اللاهوائية، فإذا كانت الوسائل الأساسية تسعى لمضاعفة التحمل التي ترتبط بحشد المصادر اللاهوائية للطاقة فإن هذا التتابع يكون مفيدًا بسبب الشمولية المحددة لآلية التعب في كلا النوعين من العمل.

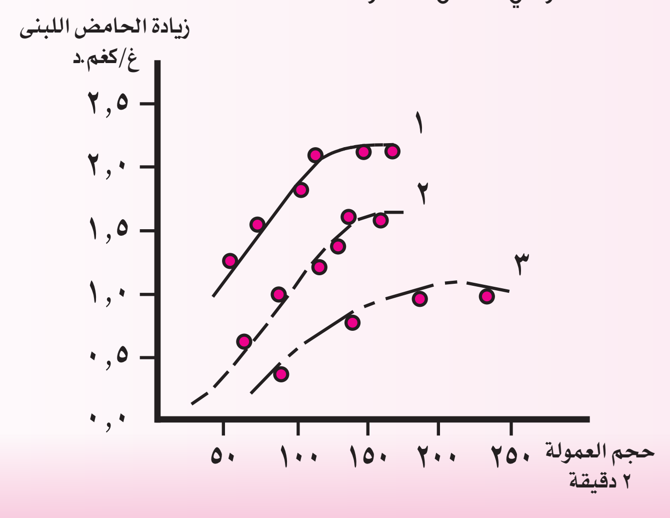
إن الاستفسار المتعلق بالوسائل أثناء الوحدة ينبغي أن يعالج في كل حالة محددة مع الأخذ بالاعتبار الطبيعة والتتابع في الاستخدام والحالة الوظيفية ومستوى التدريب والإمكانات الفردية للرياضيين ومرحلة فترة التدريب وغير ذلك.

وفي المرحلة الأولى لدورة الإعداد في الوحدات الجماعية تتحد الوسائل الموجهة نحو تطوير التحمل في حالة تنفيذ أحمال ذات طابع هوائي (لغاية ٥٠ - ٧٠ ٪) وبزيادة حمل التدريب يمكن لهذه العلاقة أن تتغير لصالح الوسائل التي تطور إمكانات السرعة والتحمل الخاص وعند استخدام آلية الألعاب والفعاليات القصيرة في القسم الأول من الوحدة أي بعد عملية الإحماء مباشرة فإن حجمها يمكن أن يبلغ نسبة تتراوح بين ٢٠ - ٣٠ ٪ من المعيار العام، أما إذا خطط لاستخدامها في نهاية الوحدة فإن كميتها لا يمكن أن تكون كبيرة نسبيًا لتتجاوز ٥ - ١٠ ٪ من الحجم الإجمالي للجهد.

وعند مزج وسائل من اتجاهات مختلفة في مجموعة وحدات فينبغي الأخذ بعين الاعتبار التفاعل المتبادل للتمارين ويمكن أن يكون هذا التفاعل إيجابيًا أي أن الحمل اللاحق يعزز الإزاحات التي سببها الحمل السابق أو أن يكون محايدًا أي أن الحمل اللاحق لا يسبب تغيرًا ملحوظًا على طبيعة وقيمة ردود الفعل، أو أن يكون سلبيًا أي أن الحمل اللاحق يقلل قيمة الإزاحة التي جاءت كرد فعل للحمل السابق ويعكس الشكل (٢) هذا الوضع.

الشكل (٢) تغير سرعة تراكم الحامض اللبني في الدم لنماذج مختلفة في وحدات لحمولات تدريبية لاهوائية وهوائية الاتجاه

١- اللا أسيد + تحليل السكر
٢- تحلل السكر
٣- هوائي + تحلل السكر



وكما يبدو من الشكل المذكور أن تأثير التدريب ذي الاتجاه اللاهوائي يتعزز بصورة واضحة إذا سبقه جهد غير لبني لا هوائي وينخفض بصورة ملحوظة بعد حمل هوائي طويل، ولكن في هذه الحالة من المهم جدًا الإشارة فيما يتعلق بأي من المؤشرات تجري عملية الاسترشاد والتحليل من أن الأمور التدريبية ينبغي معالجتها باستخدام وسائل في كل جزء من أجزاء الوحدة، وفي تلك الحالة التي تكون مجموعة أجزاء الوحدة موجهة نحو اكتمال صورة تأمين الجهد بالطاقة فإن بناء البرنامج التدريبي الذي يعقب فيه التمرين غير حامضي سيكون هو الأكثر فاعلية في التدريب، أما إذا كان الهدف هو تطوير صفات السرعة فإنه وكما تمت الإشارة إليه سابقًا يمكن استخدام تمارين قصيرة بعد تنفيذ برنامج واسع ذا اتجاه هوائي.

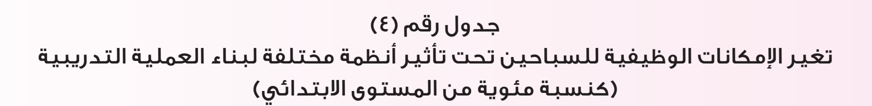
أما المجموعة الثانية ذات الاتجاه الجماعي (الشامل) فنقترح:

١- التطوير المتوازي لإمكانات السرعة والتحمل عند تنفيذ جهد ذي طبيعة لا هوائية.

٢- تنمية التحمل في آن واحد عند تنفيذ جهد ذي طبيعة لا هوائية وهوائية، أن الوحدات ذات مجموعة الاتجاهات والتي تعالج الحالات بصورة متوازية تستخدم بدرجة أساسية في دورات متوسطة، أي في فترة ما يسمى بالإعداد الأساسي، أن أرجحية استخدام هذه الوحدات تفسر من خلال الحجم الإجمالي الكبير للعمل الذي يمكن أن ينفذ بمساعدة الوسائل التي تشكل منهاجها سعة التأثير.

مقارنة فاعلية الوحدة التدريبية ذات الاتجاه الانتخابي بالوحدة متعددة الاتجاهات

لمقارنة فاعلية الوحدة ذات الاتجاه الانتخابي (الواحد) بمنهاج متنوع ووحدات متعددة الاتجاهات التي تستخدم فيها وسائل موجهة لمعالجة عدد من الوسائل وبشكل متتابع فقد اقترحنا استخدام تجربة تدريبية لمدة شهرين ساهم فيها ٢٤ سباحًا من ذوي المستوى المتقدم فقد أوضحت التجربة نتائج تفوق فيها الرياضيون الذين انخرطوا في الوحدات ذات الاتجاه الأحادي (الانتخابي) حيث تحسن لدى رياضيي هذه المجموعة النتائج بشكل كبير وتضاعف مستوى الصفات البدنية التخصصية المختلفة وكذلك الإمكانات الوظيفية للأجهزة (الجدول رقم ٤).



جدول رقم (٤)
تغير الإمكانات الوظيفية للسباحين تحت تأثير أنظمة مختلفة لبناء العملية التدريبية
(كنسبة مئوية من المستوى الابتدائي)

المؤشرات	المجموعة الأولى لوحدات الاتجاه المنتخب (الانتقائي)	المجموعة الثانية لوحدات مجموعة الاتجاهات
إمكانيات السرعة	١٠٠,٩٥ ± ٠,٣٤	١٠٠,٠٦ ± ٠,٣٨
قوة الجذب العظمى التي تنمو أثناء السباحة	١٠٢,٨٠ ± ١,٣٨	١٠١,٢٢ ± ١,١٠
التحمل عند أداء عمل ذا طبيعة لا هوائية	١٠٣,٨٢ ± ٠,٧٣	٩٩,١٧ ± ٠,١١
التحمل عند أداء عمل ذا طبيعة هوائية	١٠٣,٠٢ ± ٠,٦٠	١٠١,٠١ ± ٠,٧٢
نتائج مسافات المنافسات	١٠٢,٩٠ ± ٠,٥٠	١٠٠,٨٥ ± ٠,٧١
التنفس الرئوي الأقصى	١١٣,١٠ ± ٢,٠١	١٠٧,١٠ ± ٣,١٢
الاستهلاك الأقصى للأوكسجين	١٠٩,٨٤ ± ١,٣٥	١٠٤,٢٠ ± ١,٨٧
الدين الأوكسجيني العام	١١٢,٦٠ ± ١,٦٩	١٠٢,٩٢ ± ١,٤١

إن قلة الفاعلية للتدريب باستخدام وحدات ذات اتجاهات متعددة يمكن تفسيرها إلى أن التجربة نفذت في مرحلة إعدادية - تخصصية لفترة الإعداد وأن مستوى الإعداد التخصصي للسباحين عند بداية التجربة كان عاليًا جدًا بحيث استخدم الرياضيون قبيل التجربة وحدات باتجاه اختياري بشكل واسع مما أظهرت تأثيرًا كبيرًا على الجسم.

وتبين نتائج سلسلة الدراسات الأخرى أنه عند إجراء التدريب في المرحلة الأولى للفترة التدريبية وعندما يكون جسم الرياضي لا يزال غير متكيف إزاء الأحمال الخاصة كما يجب وكذلك عند تطبيق ذلك على رياضيين من مستويات غير متقدمة نسبيًا وفي هذه الحالة يمكن أن تتخذ الوحدات متعددة الاتجاهات سبيلاً واسعًا عند إعدادهم، فعلى سبيل المثال عند تدريب سبّاحي الصنف الثاني والأول فإن هذه الوحدات لا تقل قيمة في الفاعلية عن وحدات الاتجاه الانتخابي.

وفي عملية إعداد سباحين ماهرين ورياضيين مدربين كما ينبغي فيمكن استخدام وحدات متعددة الاتجاهات للحفاظ على مستوى التدريب الذي تم بلوغه سابقًا ويكون استخدامها ضروريًا عندما تكون فترة المنافسات طويلة، حيث يستوجب من الرياضي المشاركة في عدد من المنافسات.

إن من مزايا بناء برنامج لهذه الوحدات يساعد في تنفيذ حجم عمل كبير نسبيًا باتجاهات مختلفة فالأرجحية لحمل إجمالي غير كبير نسبيًا.

وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن بناء وحدات ذات توزيع متتابع لوسائل ذات اتجاهات مختلفة الأرجحية من شأنها أن تضاعف التحفيز في العمل التدريبي، لذلك يمكن استخدام مجموعة الوحدات ذات الحمل غير الكبير نسبيًا لتنشيط عمليات الاستعادة بعد انتهاء وحدة ذات حمل كبير وكبير نسبيًا باتجاه منتخب.

وعمومًا يمكن القول بأن الحجم الأساسي للعمل الموجه نحو مضاعفة التدريب المنخفض للرياضيين الماهرين ينبغي أن يؤمن بوحدات انتخابية الاتجاه، إلا أن هذا لا يقلل اطلاقًا دور الوحدات متعددة الاتجاهات بل العكس من ذلك لأن هذه الوحدات تصبح عامل مساعد كبير في معالجة الكثير من المواضيع التي تبرز خلال التدريب.

أسلوب بناء الدوائر التدريبية الصغيرة

إن من أهم مكونات العملية التدريبية هي الدائرة التدريبية الصغيرة، فتتراوح مدة هذه الدوائر فترة ما بين ٤ – ٥ ولغاية ١٠ – ١٤ يومًا ولكن الشائع الاستخدام منها هي الدوائر التي تستغرق أسبوعاً واحداً، ولا بد من التفريق بين الأنواع الآتية من الدوائر الصغيرة، فهناك الدائرة الصغيرة الجاذبة، الضاربة، الموصلة، التنافسية والاستعادية.

تتصف الدائرة الصغيرة الجاذبة: عادة بحمل إجمالي غير كبير وموجه لإيصال الرياضي لجهد تدريبي شديد وتستخدم في المرحلة الإعدادية، وعادة ما تبدأ بها الدوائر الصغيرة.

أما الدوائر الصغيرة الضاربة: فتتسم بحجم جهد إجمالي كبير ويعد الواجب الرئيسي لها هو تحفيز الجسم للتكيف ونتيجة لذلك فإن الدوائر الصغيرة الضاربة تشكل المحتوى الأساسي لفترة الإعداد، وغالبًا ما تستخدم الدوائر الصغيرة الضاربة أثناء فترة المنافسات في حين تعمل الدوائر الصغيرة الموصلة على إيصال الرياضي بالمباشرة في جهد المنافسات ويمكن أن يكون محتوى هذه الدوائر الصغيرة متنوعًا جدًا ويعتمد على منظومة إيصال الرياضي إلى المنافسات وعلى إمكاناته الذاتية وإمكانات الإعداد في المرحلة الختامية، واستنادًا إلى هذه الواجبات يمكن عند الدائرة الموصلة أن ينشأ نظام المنافسات والذي يتم العمل على إيصال الرياضي إليه ومواجهة هذه المرحلة ومتطلباتها وتعالج من خلالها مواضيع الاستعادة الكاملة والاستعداد النفسي، وهناك حالات بنيت فيها الدوائر الصغيرة بصيغة استراحة ناشطة أو بالاستناد إلى الوسائل والأساليب التي يختلف تأثيرها على الجسم من حيث الإمكانات والأجهزة الوظيفية عن تمارين المنافسات.

أما الدوائر الصغيرة الاستعادية فكثيرًا ما تختتم سلسلة من الدوائر الصغيرة الضاربة ويخطط لتلك الدوائر بعد نشاط منافسات مضني ويكون الدور الأساسي لهذه الدوائر الصغيرة تأمين ظروف سير عمليات الاستعادة وعمليات التكيف في جسم الرياضي ويتطلب هذا حملاً إجماليًا غير كبير واستخدام واسع لوسائل الراحة الفعالة (الراحة الإيجابية).

تبنى الدوائر الصغيرة التنافسية بموجب برنامج المنافسات وتحدد طول فترة وتركيب الدوائر المشار إليها حسب خصوصية المنافسات ونوع الرياضة وقواعد المنهاج الذي ينخرط فيه المتدربون ومواعيد الجهد والفواصل بينها.

وتستخدم في الدوائر الصغيرة وحدات ذات اتجاهات مختلفة وأحمال متباينة وكل واحد منها يظهر تأثيرًا محددًا على جسم الرياضي، لذلك فمن المهم جدًا بناء الدائرة الصغيرة بطريقة تساعد على المعالجة الفعالة لجميع الحالات التي تنسجم مع هذه المرحلة من التدريب أو تلك، ويعتمد أسلوب تنظيم الدوائر الصغيرة على عدد من العوامل من أهمها بالدرجة الأولى خواص حالات التعب والاستعادة نتيجة أحمال وحدات ذات اتجاه واحد (انتخابية) ولكن يمكن بناء الدوائر الصغيرة بصورة صحيحة فمن الضروري معرفة كيف تظهر الأحمال المختلفة بالقيمة والاتجاه تأثيراً على جسم الرياضي وما هي ديناميكية واستمرارية عمليات الاستعادة بعد تلك الأحمال، كما أن المعلومات المتعلقة بعدد من الأحمال المختلفة بالقيمة والاتجاه لا تقل أهمية حول إمكانية استخدام أحمال صغيرة ومتوسطة لزيادة عمليات الاستعادة نشاطًا عند الرياضيين بعد الشدة الكبيرة.

وعند التخطيط لوحدتين أو ثلاث وحدات بأحمال مختلفة، فمن الضروري معرفة حالات تذبذب الأداء طيلة اليوم التدريبي وكذلك الآلية التي تسبب ذلك.

التعب والاستعادة بعد أحمال لوحدات انتخابية

أسس التخطيط السليم للدائرة الصغيرة

إن بحث الجوانب الداخلية والشخصية والدافعية لكفاءة الأداء ترتبط بعمليات التعب والاستعادة بعد نشاط عضلي مضني، تكمن في أساس التتابع السليم للوحدات بأحمال مختلفة القيم والاتجاه في الدائرة الصغيرة، وقد أظهرت الدراسات الفسلجية والبايوكيميائية التي تعني بالنشاط العضلي في موضوع الاستعادة بعد تنفيذ أحمال بدنية أن هناك مؤشرات أساسية تصف الحالة الوظيفية والمنظومات وكذلك كفاءة الأداء عند النشاط العضلي العالي وتمر بأربع مراحل هي:

١- الإنهاك.

٢- الاستعادة.

٣- فوق الاستعادة.

٤- العودة إلى الحالة الأولية قبل التدريب أو قريبًا منها.

ولا تعني الاستعادة بعد تنفيذ أحمال بدنية عودة وظيفية الجسم إلى المستوى الأولي أو القريب منه تمامًا لأنه إذا عادت الحالة الوظيفية لجسم الإنسان بعد العمل التدريبي إلى المستوى الأولي لأدى ذلك إلى اختفاء إمكانية تأثير الاتجاه المنتخب عن طريق التدريب الموجه، بل أن التنمية المستمرة لتدريب الرياضي تعتبر نتيجة ذلك أن الآثار التي يتركها التدريب بعد حمولات فردية انتخابية لا تتلاشى تمامًا وإنما تحافظ على شكلها وتتعزز.

إن المتغيرات التي تحدث للأجهزة الوظيفية المختلفة لجسم الرياضي والتي تظهر في فترة الاستعادة تشكل أساسًا لمضاعفة التدريب، واستنادًا لذلك فإن التحليل الذي يجري بعد فترة الجهد ينبغي أن يفصل طورين:

طور التغير تحت تأثير الجهد العضلي البدني والوظيفة الحسية (فترة الاستعادة المبكرة) والذي يعد بالدقائق وربما ساعات ويمكن في أساسه استعادة تجانس نشاط الجسم كشرط أساسي لوجوده.

الطور التركيبي (فترة الاستعادة المستقرة) والتي يجري خلالها بناء التغيرات الوظيفية في أعضاء وأنسجة الجسم وفي هذه الفترة بالذات يحدث طور التعويض الزائد الذي يجند لإعداد الرياضيين الماهرين يأخذ دوره فقط عندما تستخدم أحمال تدريبية كبيرة أو قريبة منها.

إن العدد الكبير لوحدات بأحمال كبيرة وهي تسبب تغيرات كبيرة في الحالة الوظيفية لمختلف الأعضاء والمنظومات تحدد حجم المحفزات التي يمكن أن تؤسس عليها ديناميكية التدريب وأن وجود فواصل الراحة بين هذه الوحدات تساعد في استعادة تجانس أنظمة الجسم وعند ظهور الآثار التدريبية ونتيجة لذلك يتم تشكيل متغيرات وظيفية وتركيبية تمهد لتنمية التدريب.

إن تعاقب الأحمال والاستراحات في الدوائر الصغيرة يمكن أن تؤدي إلى ردود أفعال من ثلاثة أشكال:

١- المستوى العالي للتدريب.

٢- عامل التدريب البسيط أو اختفاء ذلك العامل نهائيًا.

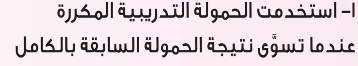
٣- التعب الشديد.

ويحدث رد الفعل للنوع الأول جميع الحالات عندما يستخدم في الدائرة الصغيرة عدد أقل من الوحدات بأحمال كبيرة أو قريبة من ذلك أثناء تعاقبها فيما بينهما وكذلك عندما تكون مصاحبة لوحدات ذات أحمال صغيرة، وإذا ما استخدم في الدائرة الصغيرة عدد غير كبير من الوحدات بأحمال ممكن أن تكون حافزًا للارتقاء بالتمرين فعندئذ سيظهر رد فعل من النوع الثاني وأخيرًا فإن الاستخدام غير المعقول لأحمال كبيرة أو تتابعها الخاطئ يمكن أن يؤدي إلى التعب الشديد للرياضي أي أنه يولد ردود فعل من النوع الثالث.

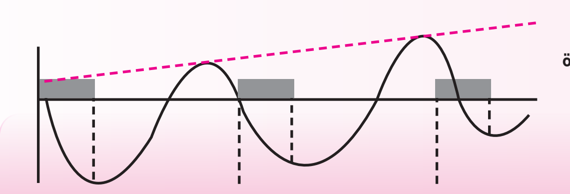
وقد وصفت أسس لتعاقب الأحمال في الدائرة الصغيرة أهمها تنفيذ أحمال تدريبية لاحقة في طور ما فوق التعويض الذي يعقب الطور السابق ويكون التأثير في هذه الحالة أكبر.

إن تكرار الحمل قبل الاستعادة لإمكانيات الجسم الوظيفية يؤدي إلى التعب الشديد والتدريب غير السليم (الشكل ٣).

الشكل (٣) علاقة العمل والاستراحة في عملية التدريب


١- استخدمت الحمولة التدريبية المكررة
عندما تسوّى نتيجة الحمولة السابقة بالكامل

٢- استخدمت الحمولة التدريبية المتكررة
دون أن تكتمل عملية الاستعادة


٣- استخدمت الحمولة التدريبية المتكررة
بعد الاكتمال التام لعملية الاستعادة
بعد الحمولة التدريبية السابقة

والمخطط يوضح بشكل كبير الحالة التي تتخذها العملية التدريبية أثناء تنفيذ الجهد البدني التدريبي وعلاقة العمل بالاستراحة.

فمن المعلوم أن عملية الاستعادة بعد تنفيذ الجهد البدني التي تتصف بعدم التجانس الزمني لمراحلها أي أن الاستعادة بعد تنفيذ الجهد وزيادة التعويض لا تحدث في آن واحد ومن هنا يجب طرح السؤال التالي: ... في أي من المؤشرات ينبغي الاستدلال عند التخطيط لحمل كبير لاحق؟ إن الاستدلال بالمؤشرات التي استعيدت بصورة متأخرة يعين استخدام وحدات ذات أحمال كبيرة ليس أكثر من مرة واحدة خلال فترة ٤ - ٧ أيام، وعند اختيار الفواصل بين الأحمال المكررة ينبغي الاستناد إلى قاعدة التعويض الزائد للمصادر مباشرة في المراكز الجلدية نفسها ويولي بعض الخبراء اهتماماً كبيراً دون أن ينفي الدور المحدد للمركز العصبي للمنظومة في آلية التعب إلى إظهار الحرق في وظائف تلك المنظومات، التي هي أول من تسبب ظهوره أثناء العمل العضلي ويجري آخرون حوارًا أكثر تفصيلاً حيث يشيرون إلى أن نظرية المركز العصبي للتعب هي مفاهيم سابقة مع اختلاف فقط في أن مركز التغيرات الأكثر والتي تقود إلى بروز التعب فيها كان قد نقل من العناصر التنفيذية الطرفية إلى منظومة العصب المركزي وينبغي النظر إلى التعب باعتباره نتيجة لخروج أي من العناصر عن طوره في منظومة معقدة من العناصر والوظائف أو كخرق للعلاقة المتبادلة بينها، أما دور الحلقة الرائدة في تطور التعب فيمكن أن يأخذ على عاتقه أي عضو أو دالة حالما يظهر عدم تناسق بين الحمل والاحتياطات الوظيفية.

وعلى الرغم من تعقيد المسألة المشار إليها والتي تعتمد على عدد هائل من المتغيرات فقد تحدد في الأبحاث التي أجريت في السنوات الأخيرة تقدمًا كبيرًا لدراسة نتائج الأحمال الانفرادية (الاختيارية) اعتمادًا على طبيعة التمارين البدنية وأسلوب استخدامها والتأثير الإجمالي والتراكمي للأحمال المختلفة بالقيمة والاتجاه، أن الاهتمام يجب أن ينصب على الوظائف المبحوثة والتي تعكس بمقدار كبير عمليات التعب والاستعادة عند تنفيذ عمل محدد لأن السبب الرئيسي لهبوط كفاءة الأداء يمكن أن يكون استنفاد احتياطي الطاقة وهبوط الأنشطة الأنزيمية تحت تأثير نواتج التمثيل وخرق وحدة التركيب الوظيفي التنظيمي العصبي والهرموني وغير ذلك، كما يمكن تحديد الحلقة الرائدة في تنمية التعب في كل حالة محددة من خلال القياسات الدقيقة، والتحليل اللاحق لنتائج العمل المنفذ وكذلك نشاط جميع تلك الأعضاء والوظائف التي تساهم مباشرة في التنفيذ.

لقد لوحظ عند تطبيق بعض الطرق لتعاقب الأحمال والاستراحة في الدائرة التدريبية الصغيرة التي تنفذ الوحدات المتعاقبة في خلفية عدم استعادة كبيرة بعد الحمل السابق ومن الطبيعي أن يكون التعب بعد سلسلة من الوحدات واضحًا أعمق مما عليه بعد تنفيذ وحدة

تدريبية واحدة، الأمر الذي يرافقه زيادة كبيرة في الاستعادة ويجب النظر إلى هذه السلسلة كحمولة إجمالية كبيرة يخطط بعدها لاستراحة تكفي للاستعادة ولزيادة كبيرة في استعادة كفاءة الأداء (الشكل ٤).

إن الاستخدام غير المبرمج لمزج الأحمال عند بناء الدوائر التدريبية الصغيرة سيؤدي بالتأكيد إلى زيادة التعب في الوقت الذي سيساعد في تقليل الحوادث وخاصة عند إعداد رياضيين متقدمين ومتدربين.

ولا يمكن إعطاء وصفة كاملة لبناء الدوائر الصغيرة التي تستخدم في التدريب الرياضي حيث ينبغي إيجاد معالجة لهذه المسألة في كل حالة على حدة ولهذا الرياضي أو ذاك أو لمجموعة من الرياضيين متقاربي المستوى في المهارة ودرجة الإعداد مع الأخذ بالحسبان الاستعداد والمهارة وفترة ومرحلة الإعداد، ولكن يجب أن يكون الأساس أسلوب بناء جميع الدوائر الصغيرة ففي جميع الحالات هناك نظام شامل لعمليات التعب والاستعادة نتيجة أحمال بدنية مختلفة وكذلك بيانات تتعلق بأرجحية التأثير على جسم الرياضي.

الشكل (٤) مخطط لواحدة من الطرائق المحتملة لـ « جميع » تأثير عدد من الوحدات التدريبية ١، ٢، ٣ الدورات التدريبية الصغيرة

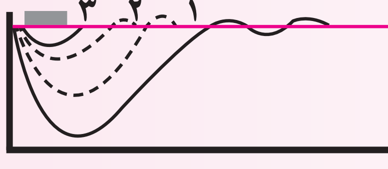
أحمال الوحدات التدريبية وتأثيرها على الجسم

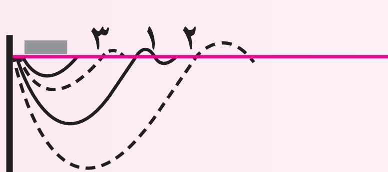
لقد نالت نتائج قيم وأطوال الوحدات التدريبية طيلة العقود الأخيرة اهتمام عديد من الباحثين، فدراسة تأثير الوحدات بأحمال كبيرة موجهة لتنمية صفات مختلفة كصفات السرعة والتحمل العام والخاص على جسم الرياضي، أظهرت أن مزايا عمليات التعب والاستعادة بتغيرات ذات طابع نموذجي للإمكانات الوظيفية للأطوار الأساسية لهبوط كفاءة الأداء واستعادتها والتعويض الزائد، وأن حلول طور التعويض الزائد يعتمد على اتجاه الوحدات في الأيام (٤ – ٧) أي أن ذلك يشير إلى أن الفترة الطويلة لنتائج الوحدات التدريبية ذات الأحمال الكبيرة، ولكن الدراسات التي أجريت أخيرًا تشير إلى أن الاستعادة بعد وحدات بأحمال كبيرة تكتمل خلال ٢ – ٣ أيام (الشكل ٥) لدى الرياضيين المتقدمين والمتخصصين في الأنواع الدورية (كالسباحة – التجديف – الدراجات).

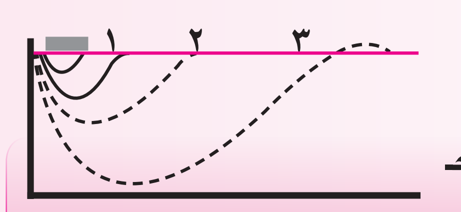
الشكل (٥) نتائج الوحدات بحمولات كبيرة باتجاهات ذات أفضلية مختلفة

- بإمكانيات مضاعفة السرعة .
- بمضاعفة المطاولة أثناء عمل ذي طبيعة هوائية :

١ـ الإمكانيات السريعة.
٢ـ المطاولة أثناء عمل بطبيعة لا هوائية.
٣ـ المطاولة أثناء عمل بطبيعة هوائية.



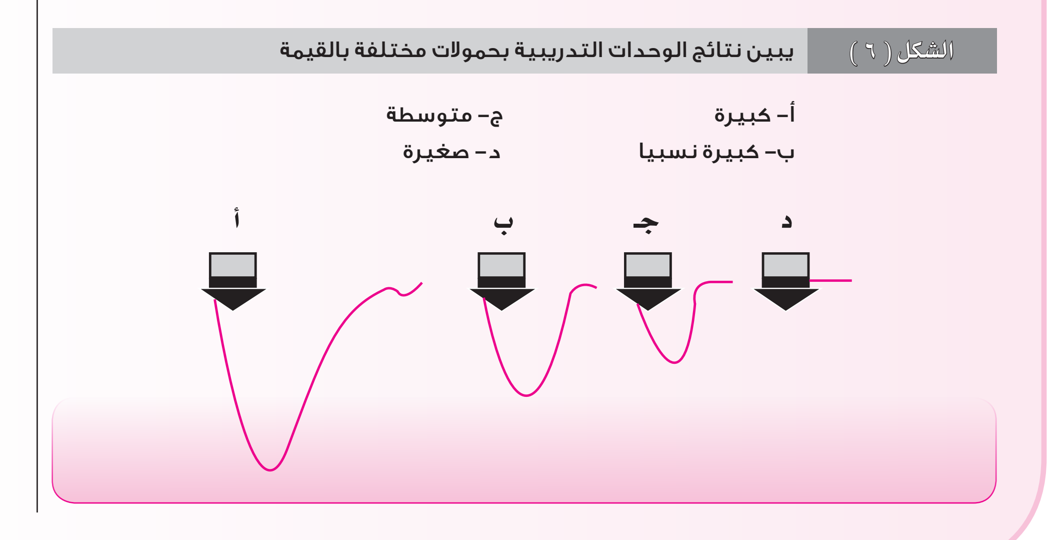




إن نتائج الوحدات بأحمال كبيرة نسبيًا تختلف كثيرًا عن تأثير الوحدات المناظرة لها ولكن بأحمال كبيرة، وتتقلص فترة الاستعادة بعد وحدة بحمل كبير نسبيًا بأكثر من مرتين وهي من الناحية العملية لا تتجاوز ٢٤ ساعة، كما وأن سعة الإزاحات تنخفض بصورة ملحوظة، كما يختفي طور التعويض الزائد في غالبية الحالات، وهكذا فإن التعب الذي تسببه الوحدة بحمولة كبيرة نسبيًا أقل بكثير مما هي عليه بعد تنفيذ وحدة تدريبية بحمل كبير على الرغم من أن حجم العمل في الوحدة ذات الحمل الكبير نسبيًا يقل عادة بنسبة ٢٥ - ٣٠ ٪ وتكتمل عمليات استعادة الشفاء بحمل متوسط بعد أقل من ١٠ - ٢٠ ساعة في حين تقدر هذه الفترة بالدقائق أو الساعات عند الحمل البسيط (شكل ٦).

وقد ذكر عدد من الباحثين في التدريب الرياضي أن ما يلاحظ بعد أداء وحدات تدريبية بأحمال كبيرة هبوط بعض الوظائف التي تحدد الكفاءة في إظهار هذه الصفات أو تلك التي يمكن أن تكون بنفس الصورة عندما تنفذ تدريبات ذات اتجاه مغاير، ولكن الدراسة الشاملة لهذا الموضوع لم تؤكد، وقد شكل ذلك قاعدة لنا للتخطيط وتنفيذ دراسات تتعلق بإظهار مزايا عملية التعب والاستعادة لدى الرياضيين من ذوي الكفاءة نتيجة استخدام وحدات بأحمال كبيرة واتجاهات مختلفة وفي الأنواع الدورية من الرياضة، وأظهرت الدراسات كذلك أن وحدات الاتجاه الانتخابي بأحمال كبيرة تظهر تأثيرات عالية القيمة ولكنها محدودة على جسم الرياضي فمثلاً بعد تنفيذ وحدة تدريبية اتجاهها السرعة بحمل كبير يلاحظ هبوط ملحوظ في الإمكانات الخاصة بالسرعة أما فيما يتعلق بالتحمل أثناء تنفيذ جهد ذي طبيعة هوائية نلاحظ حالة معكوسة حيث لا يختلف مستوى ما يقدمه الرياضي بعد مضي ٦ ساعات عن المستوى الابتدائي، ولقد لوحظت

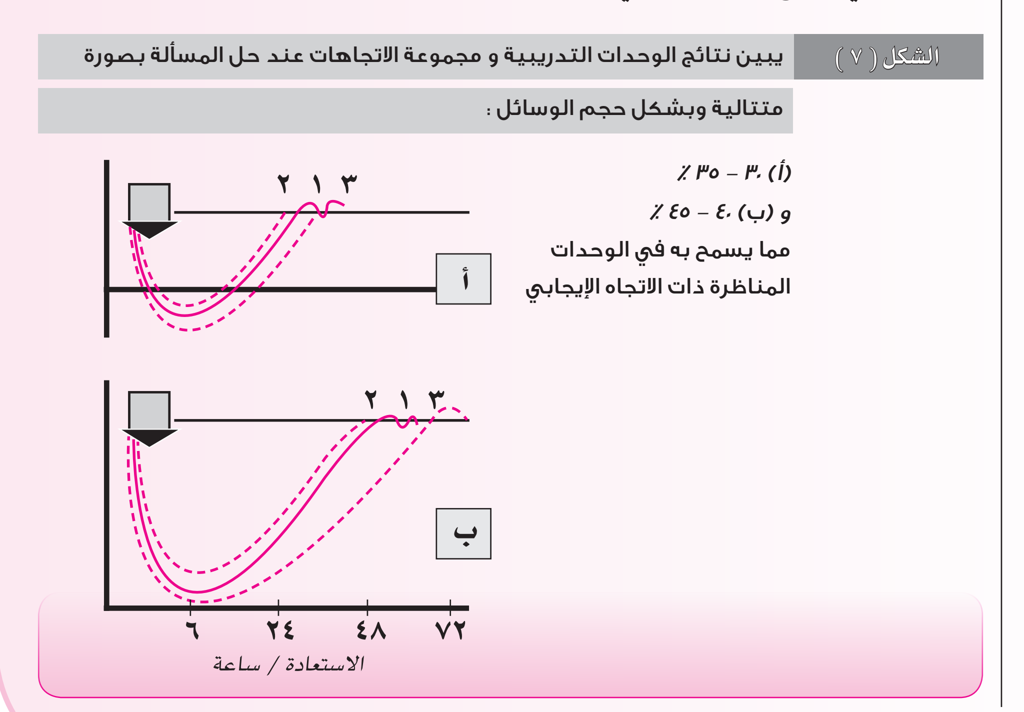
الشكل (٦) يبين نتائج الوحدات التدريبية بحمولات مختلفة بالقيمة



هذه الخاصية عند دراسة نتيجة وحدة موجهة لتطوير التحمل والتي يحددها مستوى الحمل الهوائي واللاهوائي حيث بعد مضي ٦ ساعات من جهد ذي طبيعة هوائية لوحظ وجود إمكانات السرعة عند مستوى لا يختلف عن المستوى الابتدائي، أما التحمل عند الجهد ذي طبيعة هوائية فقد انخفضت على مدى ٦ ساعات بعد تنفيذ الوحدة وتعود إلى مستواها ما قبيل الجهد بعد يوم واحد. أما فيما يتعلق بالإمكانية عند تنفيذ الجهد الذي يؤمن التبادل الهوائي بدرجة عالية فإنها تنخفض بشكل حاد طيلة فترة دراسة النتائج وبعد أداء وحدة بحمل كبير موجهة لتطوير التحمل عند تنفيذ عمل ذي طبيعة هوائية تنخفض الإمكانات اللاهوائية بصورة حادة، وفي نفس الوقت يكون الرياضيون في حالة يستطيعون فيها إظهار كفاءة الأداء عند تنفيذ حمل تدريبي يتسم بالسرعة أو أي نشاط يحتاج فيه مصادر الطاقة اللاهوائية.

وعند تنفيذ وحدات ذات المعالجات التتابعية حيث يتراوح حجم العمل في كل جزء ضمن حدود ٣٠ - ٣٥ ٪ من القيمة المحتملة في الوحدات المناظرة ذات الاتجاه الانتخابي فإنها تؤثر على الرياضيين تأثيرًا واسعًا ولكن أقل عمقًا، حيث بعد مضي ٦ ساعات من تنفيذ هذه الوحدات يلاحظ هبوط في الإمكانات الوظيفية لجسم الرياضي وبعد يوم كامل تختفي جميع الإزاحات التي يسببها العمل (الشكل ٧).

الشكل (٧) يبين نتائج الوحدات التدريبية و مجموعة الاتجاهات عند حل المسألة بصورة متتالية وبشكل حجم الوسائل :



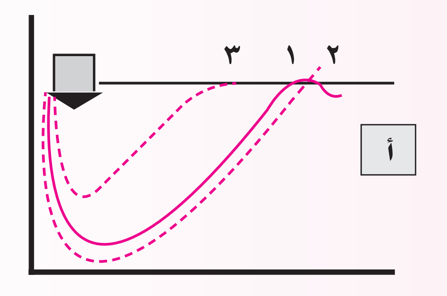
أما التعب القليل فيعتبر طبيعيًا على الرغم من أنه ينفذ أثناء الوحدة حجم واسع من العمل ذي شدة عالية ولكن كفاءة الأداء في أجزاء مختلفة منه يتم تأمينها من خلال وظائف أنظمة الجسم المختلفة وفي الوقت نفسه فإن حجم العمل في الاتجاه الانتخابي ٣/١ ما كان ينفذ الرياضي الذي أدى جميع الوحدات المخصصة لتطوير حالة واحدة من الصفات. لذا فإن مثل هذه الوحدة ينبغي وضعها ضمن الأحمال الكبيرة نسبيًا وليست مع الكبيرة التي تتطلب إظهار التحمل بمختلف أشكاله (أنظر الشكل ٧).

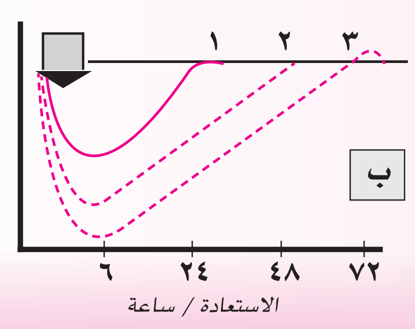
إن مجموعة الوحدات ذات المعالجات المتوازية تظهر على جسم الرياضي تأثير أداء ينسجم مع الحمل الكبير، أما الوحدات التي تتطلب زيادة متوازية لإمكانات السرعة والتحمل عند تنفيذ عمل ذي طبيعة لا هوائية ينخفض بصورة حادة امكانات أنظمة الجسم التي تؤمن كفاءة الرياضي في تنفيذ أعمال من هذا النوع، ولكن دون أن تؤثر بشكل ملحوظ على إمكاناته ذات طبيعة هوائية أو الوحدات التي يرتفع فيها بصورة متوازية التحمل عند أداء جهد ذي طبيعة هوائية ولا هوائية فتنخفض كفاءة الأداء إزاء النشاط نفسه والذي ينفذ بعد مضي ٦ ساعات بعد الانتهاء من الوحدة وتعود إلى ما كانت عليه في مستوى قبيل العمل بعد مضي ٢٤ ساعة (الشكل ٨).

الشكل (٨) يبين نتائج الوحدات التدريبية و مجموعة الاتجاهات عند حل المسألة بصورة متوازية :

(أ) مضاعفة الإمكانيات السريعة والمطاولة عند تنفيذ عمل بطبيعة لا هوائية.

(ب) مضاعفة المطاولة عند تنفيذ عمل بطبيعة لا هوائية - هوائية.





ومما تقدم يتضح أن التعب الناتج عن تنفيذ منهاج لوحدة تدريبية ذات اتجاهات مختلفة يحمل طابعًا محددًا لتلك الوحدة التدريبية وتسبب الوحدات التدريبية ذات الاتجاه الانتخابي بأحمال كبيرة هبوط شديد لإمكانات إظهار تلك الصفات والسمات في عدد من الدراسات جرى تحديد حجم العمل الذي ينبغي أن يقوم الرياضي بتنفيذه في أجزاء مختلفة من الوحدة وبجميع الاتجاهات والذي يؤدي في ختامه إلى هبوط في الإمكانات الوظيفية التي يصاحبها حملاً كبيرًا كما حددت أيضاً الأساليب في كل أجزاء الوحدات الثلاث، وفي الوقت نفسه يحدث تأثيرًا مناسبًا على الجسم ينسجم مع حمل كبير حالة ممكنة عندما يساوي حجم التنفيذ ٤٠ – ٤٥ ٪ من القيمة المسموح بها في الوحدات التدريبية ذات الاتجاه الانتخابي، وإذا تراوح حجم العمل في كل جزء من أجزاء الوحدة ضمن حدود ٣٠ – ٣٥ ٪ من القيمة المسموح بها في وحدات الاتجاه الانتخابي بأحمال كبيرة فإنه وعند نهاية القسم الثالث من الوحدة لا يزال الرياضي يظهر كفاءة أداء عالية الأمر الذي يشير إلى عدم كفاية الحمل المنفذ. إن الوحدات التدريبية بأساليب متساوية الاتجاه بحجم يساوي ٤٠ – ٤٥ ٪ في كل من أجزاء من القيمة المسموح بها في الوحدات ذات الاتجاه الانتخابي المناظرة لها تؤدي إلى ظهور التعب لدى الرياضيين يتلاءم مع الحمل الكبير بحيث أن هذا التعب يحمل طابعًا عامًا وعميقًا، ويشير إلى أن الرياضي في حالة لا يستطيع معها إظهار كفاءة أداء عالية في التدريبات التي تطغي عليها صفة السرعة، وكذلك التدريبات التي تؤمن تنفيذ البرامج التدريبية، وفي الوقت نفسه فالرياضيون قادرين على إظهار كفاءة أداء عالية في ظروف النشاط الذي تؤمنه الأنظمة الأخرى.

إن الوحدات ذات الاتجاهات المتعددة والتي تعالج الحالات التدريبية بشكل متتابع تظهر تأثيرات متنوعة على الرياضيين فهي بذلك تقلل إمكانية ظهور تلك الصفات التي وجهت لتطوير أجزاء فردية من البرنامج وأن الوحدات ذات الاتجاهات المتعددة والتي تعالج الحالات بشكل متوازي هي الأخرى تظهر تأثيرًا على جسم الرياضي يعتمد على مزايا الأساليب المستخدمة ويقلل بدرجة أساسية إمكانية تلك العناصر والأنظمة المحددة التي تؤمن أنشطتها كفاءة أداء الرياضي عند تنفيذ منهاج الوحدة الحالي.

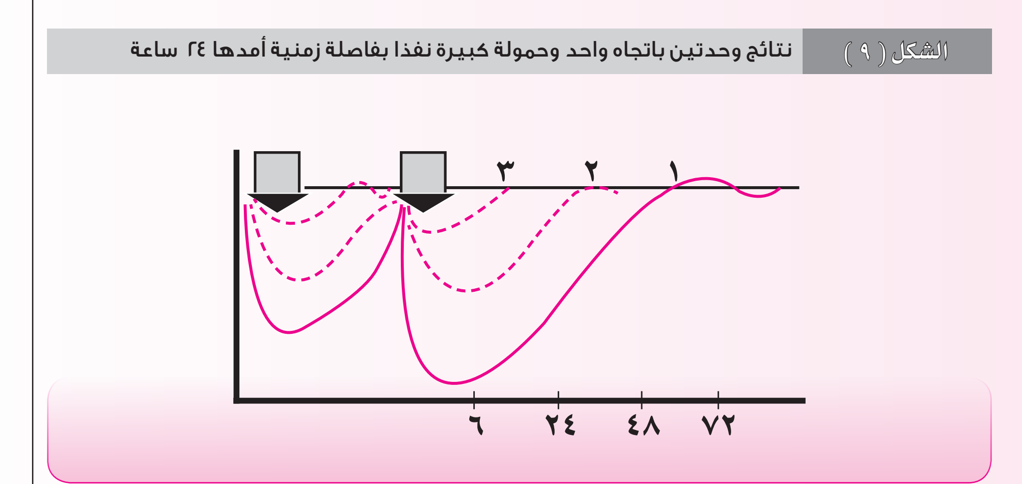
التأثير الإجمالي على أجسام الرياضيين عند تنفيذ عدد من الوحدات بأحمال كبيرة

تتطلب النتائج المتقدمة في الرياضة الحديثة مواصلة تكثيف العملية التدريبية، والتي لا يمكن أن تتحقق دون مضاعفة عدد الوحدات بأحمال كبيرة في الدوائر الصغيرة ويتطلب هذا الأخذ بالحسبان تأثير اثنين أو أكثر من هذه الوحدات وشكل ذلك أساسًا لوضع تجارب

لدراسة التأثير الإجمالي لعدد من الوحدات بأحمال كبيرة ذات اتجاهات مختلفة على جسم الإنسان، ونتيجة لما تقدم فقد اتضح أن وحدتين باتجاه واحد وبأحمال كبيرة نفذتا بفاصلة تقدر بـ ٢٤ ساعة أديا إلى ظهور تعب له نفس السمات التي أظهرتها وحدة تدريبية واحدة (الشكل ٩). ولكن درجة التعب بعد تنفيذ وحدتين كان أعمق كما عبر عنها، فمثلاً بعد مضي يوم واحد على تنفيذ وحدتين موجهتين لتطوير إمكانات السرعة يكون الرياضي في حالة لا تسمح له ببلوغ مستوى السرعة القصوى كما أن التحمل عند أداء العمل بطبيعة لا هوائية يهبط بمقدار أقل في حين يبقى التحمل عند أداء عمل بطبيعة هوائية عند المستوى العالي، بل وأحيانًا عند مستوى أفضل من مستوى البداية وهكذا فإن تكرار الوحدة بعمل كبير يزيد التعب دون أن يؤثر على طبيعته، ويتضح أن كفاءة أداء الرياضيين عند تنفيذهم برنامج الوحدة الثانية منخفضة جدًا فهم يصبحون غير قادرين على تنفيذ ما يزيد عن ٧٥ – ٨٠ ٪ من الجهد المقترح عند وجود مؤشرات خارجية للتعب بحيث أن التدريبات الرياضية بسبب قدرتها على إظهار التعب بشكل سريع تظهر آثاراً سلبية على الحالة النفسية، وتبدو هذه الصورة أكثر وضوحًا لدى الرياضيين من ذوي المهارات المنخفضة نسبيًا أو الرياضيين غير المتدربين بما فيه الكفاية.

وعند الأخذ بالاعتبار بهذه البيانات ينبغي التخطيط لاثنين من الدوائر الصغيرة وباتجاه واحد وبحمل كبير مع مراعاة الحذر الشديد بحيث أن هذا التخطيط يمكن أن يتم فقط عند إعداد رياضيين من الصنف الأول ويتم ذلك في الحالة التي يكون الهدف فيها تطوير التحمل لكافة أنواعه ويفضل استخدام الوحدات التي تخدم تطوير السرعة

الشكل (٩) نتائج وحدتين باتجاه واحد وحمولة كبيرة نفذا بفاصلة زمنية أمدها ٢٤ ساعة

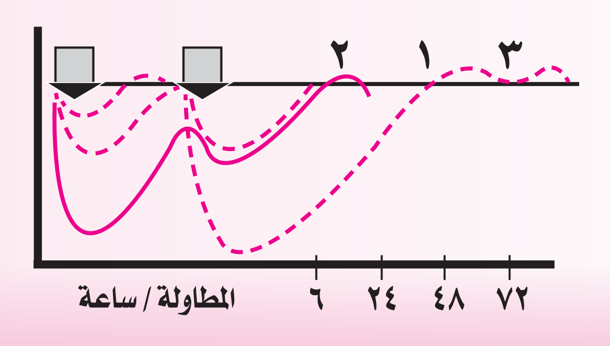


وبصورة متعاقبة لأنه عند تكرار الوحدة فستتأثر سلبًا السمات الأساسية التي تشكل السرعة العالية وغير ذلك ولمختلف الرياضات، وهنا يصعب مراعاة المتطلبات التي تساعد على تطوير صفات السرعة.

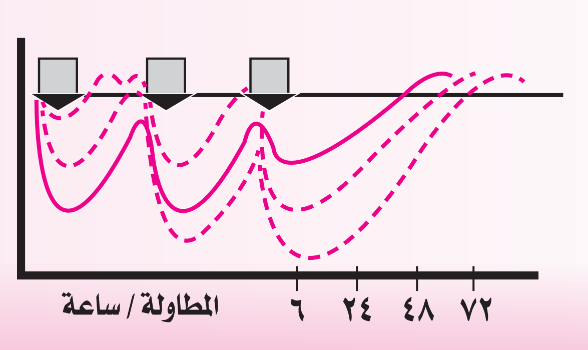
إن التأثير الإجمالي على جسم الإنسان من جراء تنفيذ اثنين أو ثلاثة من الوحدات بأحمال كبيرة واتجاهات مختلفة والمنفذة بفواصل أمدها ٢٤ ساعة تختلف مبدئيًا عن تأثير وحدات موحدة الاتجاه (الشكل ١٠، ١١).



الشكل (١٠) نتائج وحدتين باتجاهين مختلفين نفذا بفاصلة زمنية أمدها ٢٤ ساعة



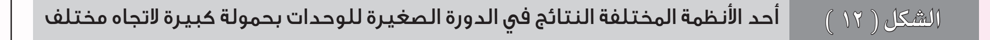
الشكل (١١) نتائج ثلاث وحدات باتجاهات مختلفة وحمولات كبيرة بفاصلة زمنية مقدارها ٢٤ ساعة



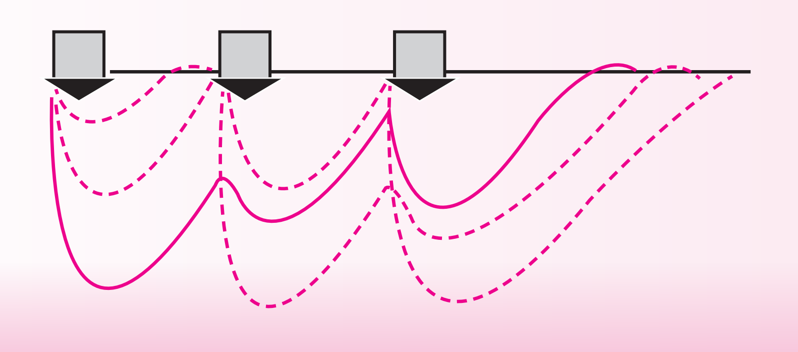
إن الحمل الكبير الذي ينفذ في أعقاب التعب بعد وحدة سابقة لا تزيد التعب في حالة تغير اتجاه الوحدة التى تتم، وإنما بتأثير الجانب الآخر بكفاءة الرياضي. فمثلاً يتم تنفيذ وحدة موجهة لتطوير إمكانية السرعة يعقبها تنفيذ عدداً من الوحدات التي تساعد على تنمية التحمل عند أداء عمل ذي طبيعة هوائية سيحدث انخفاضاً ملحوظاً في إمكانية السرعة في الوقت الذي لا تنخفض فيه الوحدة الثانية بصورة ملحوظة سوى إمكانات السرعة وتصادفنا ظاهرة مماثلة عند تحليل التأثير الإجمالي للوحدات بأحمال كبيرة واتجاهات مختلفة على أجسام الرياضيين وعلى العموم فمهما كان نظام خلط وحدتين فإنه بعد مضي ٢٤ ساعة على الوحدة الثانية ستؤثر استعادة المؤشرات التي تصف هذا الجانب أو ذاك في كفاءة أداء الرياضي، وبعد مضي دقيقتين يلاحظ استعادة لكفاءة الأداء عند تنفيذ عمل لأبعد هدف للوحدة الأخيرة وبحمل كبير.

إن نظام التعامل المتبادل للوحدات باتجاهات ذات أولويات مختلفة تظهر في التأثير الإجمالي أيضًا على جسم الإنسان لثلاث وحدات بأحمال كبيرة ولكن لما كانت الوحدات الثلاث ذات الاتجاه المختلف تؤثر من وجهة النظر العملية على مجمل كفاءة أداء الرياضي الخاصة فإن التعب سيكون واضحًا بدرجة عالية بعد تنفيذ الوحدات نسبيًا وبعد مضي يوم كامل من انتهاء الوحدة الأخيرة فإن جميع مؤشرات كفاءة الأداء الخاصة عند الرياضيين ستظهر في مستوى يقل كثيرًا عن المستوى الابتدائي وبالطبع فإن أكثر الجوانب هبوطاً سيكون ذلك الجانب من كفاءة الأداء الذي وجهت الوحدة الثالثة لتنميته. (أنظر الشكل ١٢).

ويوضح الشكل (١٢) مخططًا مستنبطًا من دراسات لأحد الأنظمة المقترحة للتعاقب في الدوائر الصغيرة بحمولة كبيرة واتجاه مختلف.



الشكل (١٢) أحد الأنظمة المختلفة النتائج في الدورة الصغيرة للوحدات بحمولة كبيرة لاتجاه مختلف



التأثيرات الإجمالية لوحدتين في يوم واحد بأحمال مختلفة القيمة والاتجاه

إن واحدًا من مزايا الطرق الحديثة في التدريب الرياضي للأنواع الدورية من الرياضة يمكن اعتبار مضاعفة الوحدات التدريبية في الدوائر الصغيرة وتبلغ عدد الوحدات في دوائر صغيرة انفرادية (اختيارية) حوالي ١٥ – ٢٠ وحدة حيث تتراوح الوحدات في بعض الأيام من ٢ – ٤، ولكن الأكثر شيوعًا هو استخدام الدائرة الصغيرة التي تتكون من وحدتين تدريبيتين، وفي هذا المجال تخص دراسة مزايا التفاعل المتبادل لاثنين من الوحدات بحمل مختلف بالقيمة والاتجاه بأهمية كبيرة.

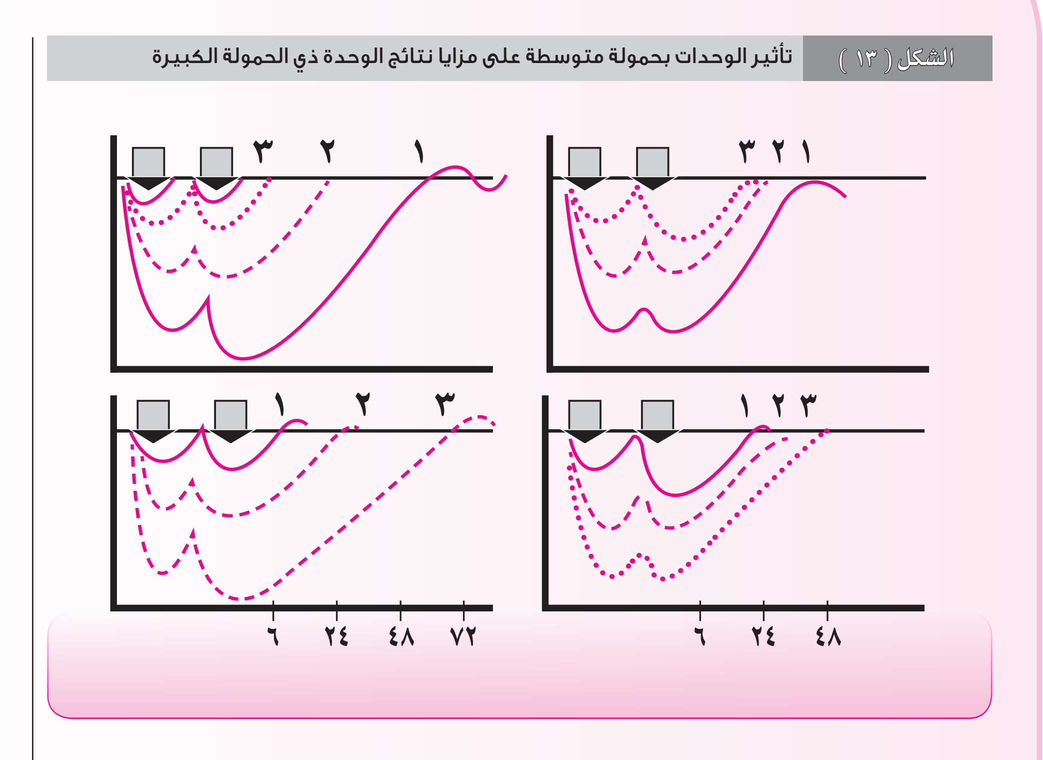
لقد أوضحت الدراسات بشكل قاطع إلى أن الوحدات بأحمال صغيرة ومتوسطة تعد عاملاً حقيقيًا لتوجيه عمليات الاستعادة بعد وحدات ذات أحمال كبيرة وأن إدخال وحدات بأحمال صغيرة أو كبيرة في طور التعب الملحوظ بعد انتهاء وحدة باتجاه انتخابي وأحمال كبيرة يمكن أن يؤثر على عملية الاستعادة على الوجه الآتي:

زيادة التعب الحاصل لا تأثير ملحوظ له على طبيعة سير عمليات الاستعادة، والعمل على تكثيف الاستعادة. وإن تكثيف عمليات الاستعادة بعد الوحدات التدريبية باتجاهات ذات أرجحية معينة وبأحمال كبيرة يمكن ملاحظاتها في تلك الحالات التي يقترح فيها برنامج للوحدات الإضافية بأحمال صغيرة أو متوسطة لتنفيذ عمل باتجاه مغاير تمامًا حيث يكون فيه الجزء الأساسي من الحمل من نصيب أجهزة وظيفية أخرى. إن إدخال وحدات إضافية بعد وحدات بأحمال كبيرة في طور التعب الملحوظ وبالاتجاه نفسه ولكن بحمل متوسط يعمق التعب الذي سببه الحمل الكبير دون أن يحدث تغيرًا في طبيعته المحددة (الشكل ١٣).

كما يؤدي تغير اتجاه الوحدات الإضافية إلى نتائج عكسية، فإذا ما نفذت وحدات بأحمال متوسطة أو صغيرة، وبعد تنفيذ وحدات بأحمال كبيرة لتطوير إمكانات السرعة وكانت الوحدات الإضافية من أجل تنمية التحمل عند أداء عمل بطبيعة هوائية فإن آلية فترة الاستعادة ستشدد. وما أن يمضي يوم واحد بعد انتهاء الوحدة بحمل كبير حتى يصبح من الصعب ملاحظة أي انحراف عن المستوى الابتدائي، أن مثل هذه الصور يمكن ملاحظتها عند دراسة خواص تعب الرياضيين بعد انتهاء وحدات وجهت لتنمية التحمل عند أداء عمل ذي طبيعة لا هوائية أو هوائية.

إن إدخال وحدات إضافية بهذا الاتجاه بحمل متوسط يزيد التعب الذي سببته الوحدات بأحمال كبيرة دون تغير في طبيعته المحددة سلفًا.

الشكل (١٣) تأثير الوحدات بحمولة متوسطة على مزايا نتائج الوحدة ذي الحمولة الكبيرة



إن تغير اتجاه الوحدات الإضافية من شأنها تسريع عمليات الاستعادة فتلاحظ نشاط عمليات الاستعادة بعد تنفيذ وحدات تدريبية بأحمال كبيرةٍ وفي تلك الحالة تتحدد عند تنفيذه كفاءة الأداء إذا استخدم في الوحدات الإضافية عملاً مختلفاً نتيجة توظيف أنظمة وآليات أخرى.

وهكذا فإن كفاءة الأداء في الوحدات الموجهة نحو تطوير إمكانات السرعة أو التحمل عند تنفيذ عمل بطبيعة لا هوائية تحدث بسبب حالة الجهاز العصبي العضلي وبسبب اكتمال آليات التعويض التي تؤمّن الحفاظ على التجانس الداخلي في الظروف اللاهوائية للفعالية العضلية. وفي الوقت نفسه فإن الوحدات الموجهة نحو تطوير التحمل تنشط جميع الأنظمة والآليات المرتبطة باستقبال الأوكسجين ونقله ونضوبه عند العمل بطبيعة هوائية. إن إدخال وحدات إضافية باتجاهات مختلفة ليس من شأنها أن تساعد في مضاعفة الحجم الإجمالي للعمل المنفذ خلال أيام التدريب فقط وإنما ينشط أيضًا عملية الاستعادة بعد تنفيذ وحدة تدريبية بأحمال كبيرة ويبدو واضحًا جدًا مدى الفاعلية التي يظهرها في التدريب امتزاج الوحدات التدريبية خلال اليوم، حيث لا يزيد التعب عند الوحدة الثانية وربما يساعد في تعجيل عمليات الاستعادة التي تحدث بعد تنفيذه الوحدة السابقة بحمل كبير.

تشكيل الدائرة الصغيرة بوحدة تدريبية واحدة خلال اليوم

سبق الإشارة إلى أن التعب الشديد بعد وحدات تدريبية انفرادية بأحمال كبيرة ينعكس بظهور تلك الصفات والإمكانات عند الرياضيين حيث تكون الآلية مشدودة جدًا في أداء الواجب ويتحمل الرياضيون بنجاح وبدون أية أعراض للتعب الشديد وحدتين وربما ثلاث وحدات بأحمال كبيرة تنفذ بفاصلة أمدها ٢٤ ساعة في ظروف تغير الاتجاه وشكّل هذا بالنسبة للعمل أساسًا للإعداد والفحص التجريبي لأساليب بناء الدوائر الصغيرة حيث تجاوز عدد الوحدات بالأحمال الكبيرة العدد الذي ينصح به في المصادر ومناهج التدريب.

لقد اعتمدت الدوائر الصغيرة الأسبوعية ٦ أيام للتدريب كوحدات تدريبية واليوم السابع للاستراحة، ولوحدة واحد أو وحدتين ذات أحمال كبيرة تشكل متطلبات الإمكانات الوظيفية للرياضيين المتقدمين. وبعد هذه الدوائر الصغيرة وفي نهاية اليوم الأخير للوحدة وقبل يومين تقريبًا من بداية الوحدة الأولى للدائرة التدريبية اللاحقة وجد أن مستوى الإمكانات الوظيفية للرياضيين لا يختلف عما كان عليه في البداية.

وفيما يبدو فإن الدائرة التدريبية الصغيرة بحملين كبيرين وبسبب كون الحمل الإجمالي غير الكبير نسبيًا غير قادرة على أن يظهر تأثيرًا تدريبيًا كبيرًا جدًا.

تظهر الدوائر التدريبية الصغيرة ذات الأربعة وحدات أو خمس وبأحمال كبيرة تأثيرًا عاليًا على أجسام الرياضيين، وبعد مضي ٥ ساعات على أداء الوحدة الأخيرة في الدائرة الصغيرة ستكون كفاءة الرياضيين في هذه الحالة منخفضة بصورة ملحوظة وبعد مضي يوم على نهاية الوحدة الأخيرة يقترب بفعل عوامل انفرادية من المستوى الأولي لما بعد مضي ٤٨ ساعة أي في الوقت الذي ينبغي تنفيذه أول وحدة للدائرة الصغيرة اللاحقة فإن غالبية مؤشرات كفاءة الأداء ستبلغ مستواها الأولي. إضافة لذلك لابد من الإشارة إلى أنه خلال فترة الاستعادة وبعد تنفيذ دوائر صغيرة ذات أربع أو خمس وحدات بأحمال كبيرة عند استعادة كفاءة الأداء، ويلاحظ انحراف واضح في حالة أنظمة الدم والدورة الدموية ويتخذ العامل التدريبي في الدائرة الصغيرة المصحوبة بنظام عمل شديد واستراحة فعالة ليس في جميع الحالات وإنما في تلك الحالة حيث يكون امتزاج الوحدات بأحمال مختلفة بالقيمة والاتجاه موفقًا (الشكل ١٤).

ونود هنا ذكر نتائج تجربتين من التجارب التدريبية بمشاركة جدافين زوارق استغرقت التجربة ثلاثة أشهر وسباحين (استغرقت تجربتهم أربعة أشهر) من ذوي المهارات العالية ولقد تم بناء العملية التدريبية لرياضيي المجموعة التجريبية في ضوء المعلومات المتوفرة في المصادر والخبرة الميدانية وتطلب التنظيم استخدام وحدتين بأحمال كبيرة في الدائرة الصغيرة الضاربة، وقد تتضاعف عدد الوحدات بالأحمال الكبيرة بالنسبة لرياضيي المجموعة الضابطة في الدائرة الصغيرة الضاربة إلى أربع – خمس وحدات.

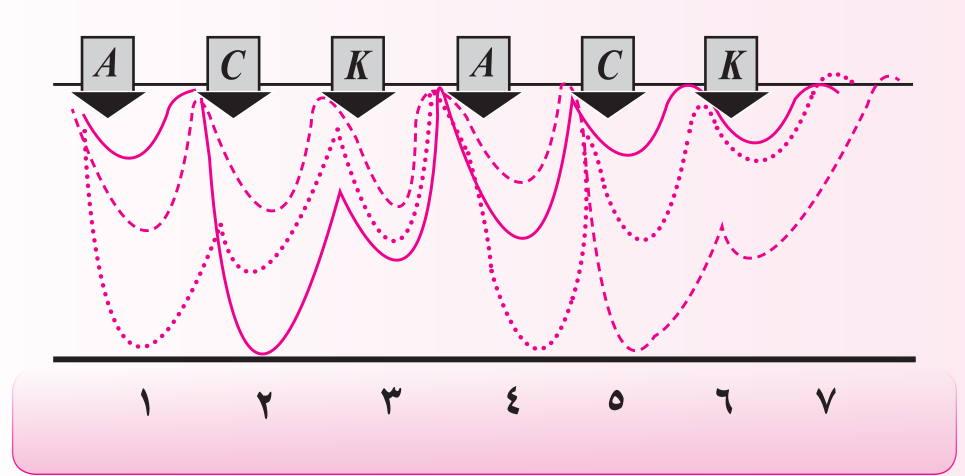


الشكل (١٤) تركيب الدورة الصغيرة الضاربة عند أداء وحدة لمرة واحدة كل يوم :

A حمولـة كبـيرة

C حمولة متوسطة

K صغيرة



إن مقارنة ديناميكية تغير التدريب والإمكانات الوظيفية لأنظمة أجسام الجدافين الأساسية تشير إلى الظهور الملحوظ للتغيرات الإيجابية في مستوى أعداد الرياضيين في المجموعة الاختبارية، فمثلاً إذا كان مستوى إمكانات السرعة عند السباحين من المجموعة الضابطة قد تضاعف لغاية ١٠١,٨١ ± ٠,٣٢٪ فإن الإزاحة عند الخاضعين في مجموعة الاختبار سيكون أعلى كثيراً ويبلغ ١٠٣,٢٨ ± ٠,٤٤ ٪ أما مستوى إمكانات القوة لدى جدافي المجموعة الضابطة ١٠٢,٨٤ ± ٠,٤٢٪ وتكون المؤشرات المماثلة عند رياضيي المجموعة التجريبية ١٠٧,٤٨ ± ١,٠٤٪ وتتضاعف التحمل الخاص عند رياضيي المجموعة الضابطة لغاية ١٠٤,٢٩ ± ٠,٤٠ ٪، أما عند الأفراد الخاضعين للبحث في المجموعة الاختيارية فلغاية ١٠٨,٣٩ ± ١,٥ ٪، إن مستوى المؤشرات كالتهوية الرئوية مثلا والاستهلاك الأقصى للأوكسجين والنبض والدين الأوكسجيني الذي يبلغ عند رياضيي المجموعة الضابطة حوالي ١٠٤,٠ ± ٤١ ٪، ١٠٥,١٥ ± ٠,٥٢ ٪، ١٠٥,٥٢ ± ٠,٥٢ ٪، ١٠٤,٩٨ ± ٠,٥٧ ٪، وكان في المجموعة التجريبية أكثر من ذلك أي ١٠٨,٢٤ ± ٠,٨٧ ٪، ١٠٩,٢١ ± ١,١٠ ٪، ١١٠,٣٧ ± ١,٥٣ ٪، ١٠٨,٠٥ ± ١,٥٣ ٪، وشكلت زيادة النتائج الرياضية لرياضي المجموعة الضابطة ١٠٦,٠٢ ± ٠,٢٠ ٪ .

وكما نرى فإن مضاعفة عدد الوحدات بأحمال كبيرة في الدوائر الصغيرة على حساب التتابع الناجح لاتجاهاتها بعد الاحتياطي الملحوظ لتكثيف العملية التدريبية ومضاعفة كفاءتها حيث الدور الذي تلعبه الدائرة الصغيرة والتي تعتبر مسألتها الأساسية هي افتراض حمل إجمالي كبير إزاء أجسام رياضيين قادرة على سير عملية التكيف في أحسن وجه. ويبدو هذا طبيعيًا لأن مثل هذه الدوائر الصغيرة تشكل أساسًا لمحتوى التدريب بالنسبة للرياضيين الماهرين، ولكن إضافة للدائرة الصغيرة الاستعدادية تتغير أيضًا العلاقات للوسائل التدريبية في اتجاه مضاعفة عدد الدوائر الصغيرة التنافسية ويبين الجدول (٥) المخطط التقليدي الذي ينصح باستخدامه في النصف الثاني من فترة الإعداد وفي الفعاليات الدورية من الرياضة التي تتراوح فترة تنفيذ العمل فيها بين ٤٥ ثانية – ٤ دقائق.

جدول رقم (٥)

المخطط التقريبي للدورات التدريبية الصغيرة

اليوم التدريبي	التجاذبية		الضاربة		الاستعادية	
	اتجاه الوحدة	قيمة الحمولة	اتجاه الوحدة	قيمة الحمولة	اتجاه الوحدة	قيمة الحمولة
الأول	مضاعفة إمكانيات السرعة	كبيرة نسبيا	تنمية التحمل الخاص	كبيرة	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابعات	متوسطة
الثاني	مضاعفة التحمل ذا الطبيعة الهوائية	كبيرة	مضاعفة التحمل ذا الطبيعة الهوائية	كبيرة	مضاعفة التحمل ذا الطبيعة الهوائية	متوسطة
الثالث	مضاعفة إمكانات السرعة	متوسطة	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابع	متوسطة	مضاعفة امكانات السرعة	كبيرة نسبيًا
الرابع	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابع	كبيرة نسبيًا	مضاعفة إمكانات السرعة	كبيرة	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابع	صغيرة
الخامس	مجموعة اتجاهات مضاعفة متوازية لإمكانات السرعة	كبيرة	مجموعة اتجاهات مضاعفة متوازية للإمكانات الهوائية	كبيرة	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابع	متوسطة
السادس	مضاعفة الإمكانيات اللاهوائية	صغيرة	مضاعفة الإمكانات الهوائية	كبيرة نسبيًا	مجموعة اتجاهات حل المسائل بالتتابع	صغيرة
السابع	استراحة	—	منافسات تجريبية	متوسطة	استراحة	—

تشكيل الدوائر الصغيرة

عند تنفيذ وحدتين أو ثلاث وحدات في اليوم الواحد

عند التخطيط لتنفيذ عدد من الوحدات خلال يوم واحد سيتم مواجهة عدد من المشاكل والصعوبات أهمها:

أولاً : ضرورة تحديد الزمن الأمثل لتنفيذ التدريبات.

ثانيًا: المقدار الذي يتحدد بموجبه اتجاه وقيم الأحمال.

ثالثًا: الكيفية التي يجري تعاقب الوحدات التدريبية فيها وباتجاهات مختلفة الأولوية والقيم المختلفة خلال اليوم الواحد.

ومن خلال عدد من الدراسات تم تثبيت منهجية للدوائر التدريبية الصغيرة (الأسبوعية) التي يتراوح عدد الوحدات فيها من ١٠ – ١٢ وحدة ولغاية ١٨ وحدة، ومن المواضيع المبحوثة ما يأتي:

دراسة ديناميكية وتذبذب كفاءة الأداء الخاص خلال يوم واحد من التدريب ودراسة العوامل التي تشكل هذا التذبذب ودراسة التأثير الإجمالي على جسم الرياضي نتيجة تنفيذه لعدد من الوحدات التدريبية بأحمال مختلفة الاتجاه والقيمة التي تنفذه خلال اليوم، دراسة تحديد القيمة الإجمالية وفاعلية الأحمال للدورات الصغيرة استنادًا على قاعدة تعاقب الوحدات وغير ذلك ثم إيجاد عدد من الإرشادات والتوصيات الخاصة بتخطيط الدوائر الصغيرة عند تنفيذ مخطط الوحدات اليومي، ففيما يتعلق بزمن تنفيذ الوحدات التدريبية الأساسية والإضافية فيعد الإيقاع اليومي لوظيفة الأعضاء الداخلية وعملية تبادل المواد داخل جسم الإنسان ثابتًا لأنه يتشكل عند السنوات الأولى من حياة الأفراد ويتواصل معها طيلة فترة البقاء، أما إيقاع ردود الفعل الحركية الأخرى وكفاءة الأداء أقل استقرارًا وثباتًا. ويتضح أن مؤشرات كفاءة الأداء عند تساوي الظروف تكون في النهار أعلى وفي الساعات الصباحية والمسائية والليلية أقل. لذلك فإن الوحدات التدريبية التي تنفذ مرتين يوميًا يكون من المجدي التخطيط لتنفيذها عند الساعات ١٠ – ١٢ صباحًا أو ٤ – ٧ مساءً، ولكن يبدو أن هذه الوحدة التي تنفذ مرتين في اليوم لا يمكن اعتمادها في قسم كبير من السنة لأسباب طبيعية ولذلك فإن غالبية رياضيينا الجيدين يجرون تدريباتهم بين الساعة الرابعة والثامنة مساءً، وأن مثل هذه المواعيد مقبولة جدًا ومجدية.

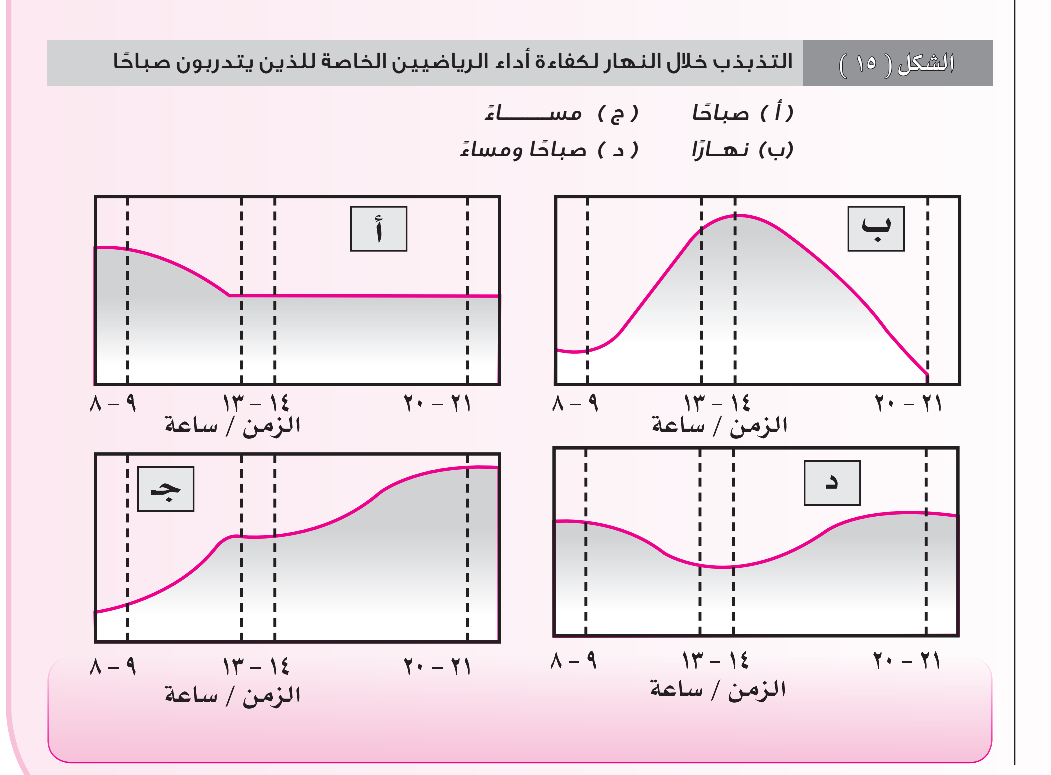
من الواضح أن كفاءة أداء الرياضيين الخاصة تتذبذب بصورة كبيرة خلال النهار، ويبدو أنها تتخذ أكبر قيمة لها في الوقت الذي اعتادوا التدريب فيه، فالرياضيين

الذين اعتادوا التدريب في الصباح الباكر ولفترة طويلة فإنهم يظهرون أعلى قيمة لهم في التحمل في الساعات الصباحية وعندئذ ستكون المؤشرات الصباحية لكفاءة الأداء بموجب جميع العوامل المحيطة تتجاوز قيم المؤشرات النهارية والمسائية. ولو أنه من خلال وجهة النظر حول الإيقاع اليومي فإن تذبذب قيم هذه المؤشرات (الوظائف الفسلجية) في الفترة الصباحية لا تعد مثلى.

كما أن الرياضيين الذين عادة ما يتدربون في ساعات النهار فإنهم يظهرون أكبر قيمة لكفاءة الأداء في هذه الساعة وقيمة أقل خلال الساعات المسائية وتجدر الإشارة إلى أن أوطأ قيمة يمكن تحقيقها في كفاءة الأداء تسجل لديهم في الساعات الصباحية. أما الرياضيون الذين يجري تدريبهم في ساعات المساء فإن أكبر قيمة لكفاءة الأداء تظهر في نفس الساعات وتكون كفاءة الأداء في الوقت النهاري وكذلك الصباحي أقل، أما الرياضيون الذين يتدربون مرتين في اليوم أي في الصباح وأخرى في نهاية النهار فإن أعلى قيمة للأداء تظهر في الوحدة الثانية، فيما تنخفض مؤشرات الأداء في الفترة الصباحية عن المسائية ولكنها في نفس الوقت تتجاوز كثيرًا المؤشرات النهارية (الشكل ١٥).

الشكل (١٥) التذبذب خلال النهار لكفاءة أداء الرياضيين الخاصة للذين يتدربون صباحًا

(أ) صباحًا (ج) مسـاءً
(ب) نهـارًا (د) صباحًا ومساءً



وهكذا فإن أعلى قيمة لكفاءة الأداء التي يمكن للرياضيين بلوغها هي تلك التي اعتادوا التدريب بأوقاتها، ولكن هنا لابد من الإشارة إلى أن التذبذب اليومي الطبيعي للوظائف الأساسية للجسم تترك بصماتها على قيمة تذبذب كفاءة الأداء الخاصة وعندما يتطابق زمن الوحدة مع قيمة النشاط الحيوي الفسلجي.

وعلى الرغم من أن التخطيط للوحدات التدريبية الأساسية يفضل أن تكون في النهار، ولكن هذا لا يعد شرطًا عند بناء العملية التدريبية خلال النهار، ويمكن أن يتم تخطيط زمن تنفيذ الوحدة في النهار بطرق مختلفة تبعًا لظروف الوحدات وأوقات الدراسة أو العمل. ولكن المدرب ينبغي أن يراقب كي يبقى زمن الوحدة ثابتًا قدر المستطاع، ولذا كان إعادة بناء النظام التدريبي يصاحب بهبوط كفاءة الأداء وسير عمليات الاستعادة بعد الأحمال وهو أمر لا يمكن أن يظهر في العملية التدريبية.

وبالإمكان بل يجب أن يتغير زمن الوحدة فقط عند عتبة المسابقات الحساسة التي خطط لها أن تكون في ساعات قريبة من ساعات التدريب أو في وقت يقع في منطقة تختلف فيها خطوط الطول جغرافيًا.

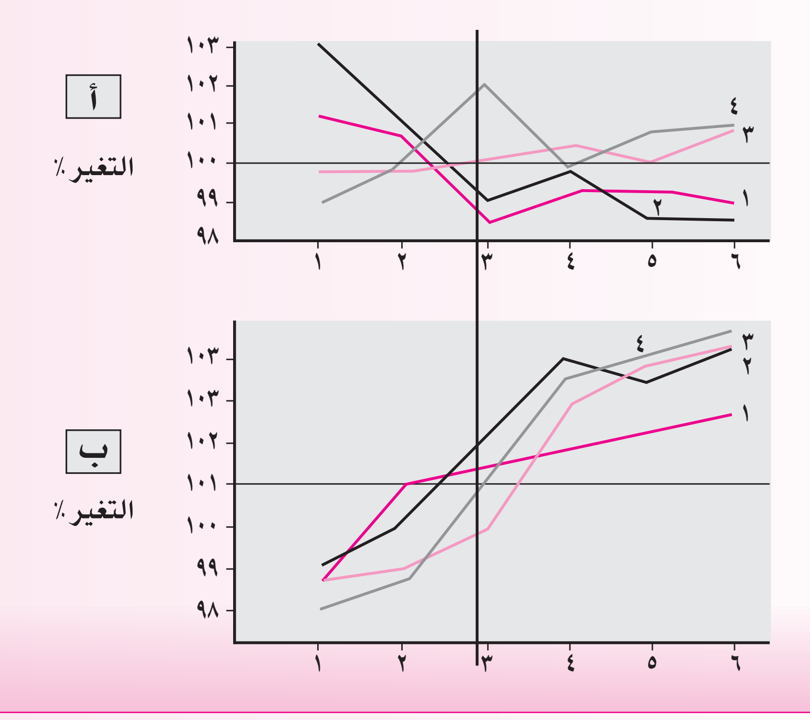
لقد تم إجراء دراسات تجريبية لموضوع طبيعة وطول فترة بناء الإيقاع النهاري الثابت لكفاءة الأداء الخاصة، وغيرت المجموعة التي خضعت للدراسة (من أعمار ١٧ – ٢٠ سنة وهم من المتقدمين والمستويات العليا) الزمن المعتاد للوحدة (١٢ – ٢ ظهرًا) والذين اعتادوا التدريب فيه طيلة السنة الأخيرة إلى زمن جديد هو (٧ – ٩ مساءً) واستغرقت التجربة (٦) أسابيع حيث تزامن ذلك مع النصف الثاني لفترة الإعداد وبداية فترة المنافسات وتم تجميع الخاضعين للدراسة للاختبار يوميًا مرتين في اليوم من الساعة ١٢ ظهرًا وحتى الساعة ٢ بعد الظهر للوحدة الأولى، ومن الساعة ٧ وحتى الساعة ٩ بالنسبة للوحدة الثانية تسجيل مجموعة من المؤشرات تساعد في تقويم مستوى كفاءة الأداء الخاصة، ونفذت الدراسة الأولى قبل يوم واحد من تغيير زمن الوحدات التدريبية. ومن ثم في اليوم الأول من كل أسبوع تدريبي. تم تقييم كفاءة الأداء في مراحل مختلفة من التدريب كنسبة مئوية من المستوى الابتدائي الذي من خلاله أخذت بيانات الدراسة الأولى.

لقد دونت النتائج التي تم الحصول عليها في الشكل (١٦) وكما تلاحظ فبعد مضي أسبوع واحد تغير الزمن النهاري للوحدة بزمن مسائي أظهر الرياضيون كفاءة أداء مرتفعة في الزمن النهاري، أي عندما اعتادوا على التدريب، وكان الفرق في جميع المؤشرات التي دونت واضحًا وموثوقًا به إحصائيًا وبعد مضي أسبوعين على بداية التجربة عدلت الفروقات في مؤشرات كفاءة الأداء بعض الشيء لصفات القوة المميزة بالسرعة مساءً، أي عند تغير زمن الوحدات الطبيعية وهنا يلاحظ صورة معكوسة: فمستوى التحمل في

هذا الوقت يبدو أعلى مما هو عليه مساءً وعند نهاية الأسبوع الرابع سجلت قيمًا أكبر موثوق بها في الفترة المسائية مقارنة بالبيانات التي تم الحصول عليها نهارًا وبعد خمسة أسابيع فإن هذا الاختلاف اتسع ثم لم يتغير عند نهاية الأسبوع، وهكذا يمكن القول أن تغير زمن تنفيذ الوحدات التدريجي أدى إلى تغير إيقاع كفاءة الأداء النهارية، وقد اتضح أن إمكانات القوة المميزة بالسرعة هي الأكثر تغيرًا وبعد مضي ثلاث أسابيع على تغيير زمن تنفيذ التدريب أظهر الرياضيون مستوى أفضل في كفاءة الأداء عند الوحدة المسائية (المتغيرة) وقد ازداد تغير المؤشرات التي تعكس مستوى التحمل عند العمل بطبيعة مختلفة إلى أن إعادة بناء الإيقاع اليومي نسبة إلى تلك المؤشرات تتحقق بوقت متأخر بعض الشيء وتكتمل من الناحية العملية عند نهاية الأسبوع الرابع وتساعد البيانات المدونة في عديد

الشكل (١٦) ديناميكية إعادة البناء عند الرياضيين للإيقاع اليومي في كفاءة الأداء المتخصصة

(أ) المؤشرات المدونة من الساعة ١٢ وحتى الساعة ٢ ظهرًا.
(ب) المؤشرات المدونة من الساعة ٧ وحتى الساعة ٩ مساءً.
١- الإمكانيات السريعة ٢- القوة العظمى ٣- المطاولة عند تنفيذ عمل بطبيعة لا هوائية
٤- المطاولة عند تنفيذ عمل بطبيعة هوائية



من المصادر إضافة للدراسات في هذا المجال بالإقرار بأن الوحدات التدريبية الأساسية في الأسابيع ٣ – ٥ الأخيرة التي تسبق المنافسات يفضل إجراؤها بنفس التوقيت الذي تبدأ به المنافسات ومن الأهمية تحديد الفاصلة الزمنية بحيث تتراوح بين ٣ – ٤ أسابيع للرياضيين المتخصصين في المسافات القصيرة و ٤ – ٥ أسابيع في المسافات المتوسطة والطويلة، وعند التدريب لمرتين فإن الوحدة الأولى تعتبر أساسًا والوحدة الثانية إضافية. ينفذ الرياضي في الوحدة الأساسية حجم عمل كبير موجه لتنمية الصفات والمزايا التي تؤثر على النتائج. وهنا يحصل الرياضي على حمل كبير نسبيًا أو كبير، ويبدو أن هذه الوحدات تظهر تأثيرًا فعالاً على تطور مستوى التدريب، يكون حجم العمل في الوحدات الإضافية أقل ويكون الحمل صغيرًا أو متوسطًا كما أن دائرة الفعاليات الخاصة بالتدريب واسعة جدًا منها الحفاظ على المستوى الذي تم التوصل إليه لتنمية الصفات البدنية واكتمال التكنيك ومعالجة عدد من مواضيع الإعداد الإرادي وغير ذلك، وهناك إمكانات واسعة كبيرة لاستخدام الوحدات الإضافية في فترات الاستراحة الفعالة.

وفي حالات انفرادية يمكن استخدام وحدتين إضافيتين خلال النهار أو وحدتين أساسيتين.

إن استخدام وحدتين إضافيتين أي حمولتين كبيرتين أو كبيرتين نسبيًا عملية يتسم بها إعداد الرياضيين الماهرين والمتدربين تدريبًا جيدًا حيث توجد ضرورة لإظهار تأثير قوي على أجسامهم بهدف مضاعفة الإمكانات الوظيفية لهم، ويرتبط استخدام الوحدتين الإضافيتين بضرورة تخفيض الحمولة الإجمالية بسبب زيادة التعب.

ولأغراض التنظيم الناجح للتدريب ذي الوحدتين يفضل تعاقب الوحدات حسب أفضلية اتجاهاتها ويفضل استخدام الوحدة الأساسية في النصف الثاني من النهار فالشد الحاصل نتيجة التدريب في الوقت الصباحي غالبًا ما يؤدي إلى الإخلال بنظام النوم في النصف الثاني من اليوم، لأن النوم في الساعات الأخيرة التي تسبق الاستيقاظ يصبح سطحيًا غير عميق يتسم بالقلق ويحدث هذا نتيجة الشد النفسي الذي يسبق عملاً مكثفًا والنتائج من تغير الإيقاع اليومي.

وفي هذه الساعات لا ينبغي الاستخدام الواسع للإمكانات الخاصة بالسرعة أثناء الساعات الصباحية.

لتسليط الضوء على إمكانية استخدام وحدات بأحمال صغيرة ومتوسطة وباتجاهات ذات أفضليات متباينة ليس لأنها تعالج عدد من النواحي التدريبية المحددة وإنما أيضًا لتوجيه عمليات الاستعادة بعد وحدات ذات أحمال كبيرة. ولعل أفضل مزيج يمكن أن يحدث خلال النهار بين الوحدات الأساسية والإضافية لأحمال كبيرة وباتجاهات ذات أفضليات مختلفة هو كما ورد في الجدول (٦).

جدول رقم (٦)

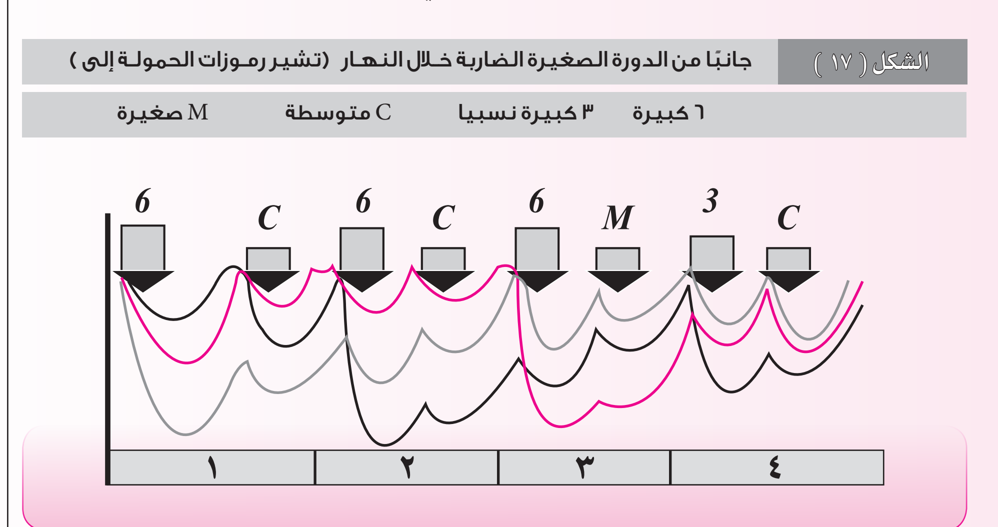
الامتزاج المحتمل للوحدات الأساسية والإضافية خلال النهار

الوحدة الأساسية	الوحدة الإضافية
(١) **الاتجاه:** مضاعفة إمكانات السرعة، اكمال التعبئة السريعة. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات الهوائية. **قيمة الحمولة:** صغيرة، متوسطة، كبيرة نسبيًا
(٢) **الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات اللاهوائية أو تنمية التحمل الخاص للمسافات القصيرة والمتوسطة. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات الهوائية. **قيمة الحمولة:** صغيرة، متوسطة، كبيرة نسبيًا
(٣) **الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات الهوائية أو تنمية التحمل. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات الهوائية. **قيمة الحمولة:** كبيرة نسبيًا، متوسطة، صغيرة
(٤) **الاتجاه:** مجموعة تتابعات تنفيذ عمل لمضاعفة إمكانيات السرعة. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مجموعة الاتجاهات مضاعفة الإمكانات الهوائية **قيمة الحمولة:** صغيرة أو متوسطة
(٥) **الاتجاه:** مجموعة متوازية لمضاعفة الإمكانيات الهوائية واللاهوائية. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مضاعفة إمكانيات السرعة **قيمة الحمولة:** صغيرة أو متوسطة
(٦) **الاتجاه:** مجموعة متوازية لمضاعفة إمكانات السرعة. **قيمة الحمولة:** كبيرة أو كبيرة نسبيًا	**الاتجاه:** مضاعفة الإمكانيات اللاهوائية **قيمة الحمولة:** كبيرة ومتوسطة وصغيرة

أظهرت الدراسات التي تم اجراؤها بمشاركة جدافين للزوارق وسباحين أن مزايا تعاقب الوحدات الأساسية والإضافية خلال النهار تظهر تأثيرًا كبيرًا في قيمة الأحمال الإجمالية للوحدة الصغيرة، إن إدخال وحدات إضافية بأحمال متوسطة وصغيرة في تعاقب مقبول دون أن يؤثر ذلك على مضاعفة الأحمال الإجمالية في الدائرة الصغيرة مقارنة بالحالات التي تنفذ فيها وحدة واحدة في اليوم، ولكن مصحوبة بمضاعفة واضحة لحجم العمل المنفذ. وإذا كان اتجاه الوحدات الأساسية والثانوية واحدة، وهو غالبًا ما يصادف في التطبيق، فعندئذ سيلاحظ بروز للتعب أكثر عمقًا نتيجة الحمل الإجمالي للدوائر الصغيرة مقارنة بتلك الحالات التي يستخدم فيها وحدة واحدة خلال النهار، أو تتابع ناجح للوحدات الأساسية والثانوية وكمثال على ذلك فالشكل (١٧) يوضح جانبًا من الدوائر التدريبية الصغيرة بتعاقب فعال للوحدات الأساسية والثانوية فيما يتعلق بقيمة واتجاه التأثير، وهكذا فإن تنفيذ وحدتين منظمتين في عملية التدريب اليومية تساعد على المضاعفة الملحوظة لحجم العمل المنفذ دون أن يهدد ذلك الرياضيين بالتعب، إضافة لذلك فإن الإتقان للأنظمة الأساسية التي تقع في أساس التعاقب بين العمل والاستراحة يمكن أن يساعد في بلوغ النتيجة المتوقعة من تكثيف عملية التدريب، ويحدث ذلك في الغالب في حالتين: **أولًا:** عندما تتعاقب بنجاح الوحدات مع أحمال مختلفة بالقيمة والاتجاه الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في التعب وبشكل سريع، **وثانيًا:** عندما يتحدد اتجاه الوحدات التدريبية دون اعتبار حالة أجسام الرياضيين وما يؤثر فيها من جَرَّاء الوحدات السابقة. وعندما تفقد الوحدات تأثيرها وتضيع الجهود، حيث تختفي الافتراضات الموضوعية لإظهار وتنمية تلك المزايا والصفات أو غيرها عند الرياضيين وبالإمكان أحيانًا تنفيذ وحدتين متتابعتين مباشرة في اتجاه واحد.

الشكل (١٧) جانبًا من الدورة الصغيرة الضاربة خلال النهار (تشير رموزات الحمولة إلى)

٦ كبيرة ٣ كبيرة نسبيا C متوسطة M صغيرة



عند التخطيط لدوائر صغيرة بعدد من الوحدات خلال نهار واحد فلابد من الأخذ بعين الاعتبار الدور المهم للوحدة بحمل كبير كعامل يساعد في تطور التدريب وخاصة في جوانبه التي ترتبط بظهور التحمل ويقع ضمن أساس الفاعلية التدريبية العالية للوحدة بأحمال كبيرة، وهو عمل يصاحب ما يسمى بفترة تعويض التعب الذي يتصف بحدوث تخطيط لزيادة التوتر في الوظائف الحركية والعصبية عند حبس مستوى كفاءة الأداء، لحين أن تصبح فيه الإمكانات التعويضية للجسم غير قادرة في الحفاظ على المستوى المعلوم لكفاءة الأداء وهكذا فعند بناء الدائرة الصغيرة يضحى من المهم الاستخدام الواسع لوحدات بأحمال كبيرة، وأن زيادة عدد الوحدات في الدائرة الصغيرة نتيجة هبوط عدد الوحدات بأحمال كبيرة فبالرغم من أنه يؤدي إلى زيادة عامة لحجم العمل المنفذ ولكنه لا يظهر تأثيرًا إيجابيًا على فاعلية العملية التدريبية، ومن جانب آخر من الضروري التخطيط لمزج الوحدات بأحمال مختلفة في القيمة والاتجاه في الدائرة الصغيرة بحيث إن الرياضي أثناء أدائه برنامجًا لكل وحدة يجد نفسه في حالة تعتبر مثالية لاستيعاب الحمل المقترح، وهناك إرشادات حول هذا الموضوع (لفولكوف وآخرون) يرى أن في حالة تحويل الرياضي إلى تدريب ثنائي الوحدة، عليه تنفيذ وحدتين خلال النهار بحمل متوسط عوضًا عن وحدة واحدة بحمل كبير، أن مثل هذه الطريقة تستند إلى تنفيذ حملين متوسطي الحجم خلال النهار يساعدان على مضاعفة الحجم الإجمالي للعمل وفي الوقت نفسه له تأثير أقل شدة على الجسم وباستعادة شفاء أسرع مقارنة بحمل كبير لمرة واحدة، وفي تلك الحالة يكون من الخطأ جدًا التطابق في مفهوم «الحمل والعمل» فقيمة الحمل تتصف قبل كل شيء بدرجة تأثيره على الجسم، وإذا أظهر حملين متوسطين على الجسم تأثيرًا أقل عمقًا مقارنة بحمل واحد كبير فإنهما لا يكونا أكبر وإنما أقل من واحدة كبيرة. أما حجم العمل في الوحدتين بحمولتين متوسطتين فيمكن أن يكون أكبر من ذلك الذي ينفذ بوحدة ذات حمل أكبر.

إن تنفيذ وحدتين في اليوم يعد الشكل السائد في تنظيم العملية التدريبية أثناء معالجة الأمور المتعلقة بالإعداد الخاص لرياضيي المستويات العليا ومن الممكن في حالات فردية تنفيذ ثلاث وحدات خلال اليوم، ولكن التدريب لثلاث وحدات يمكن استخدامه مرحليًا.

كما يجب ايلاء اهتمامًا كبيرًا للوسائل التدريبية الأخرى والتي تساعد على تحفيز الرياضيين للعمل ورفع الحالة المعنوية لهم من خلال البناء النفسي الذي يصاحب العملية التدريبية ولكافة المراحل.

الفصل الثاني

التخطيط للتدريب السنوي

عند التخطيط للتدريب *لسنة كاملة لرياضيين من ذوي المستويات العليا، يضع المدرب أمامه هدف بلوغ المستوى الأفضل من النتائج الرياضية، ويمكن تحقيق ذلك فقط عند تحقيق اللياقة البدنية العالية. حالة الاستعداد المثلى لبلوغ النتائج الجديدة التي يتوخاها المدرب في كل مرحلة من مراحل المنافسات، وأن تطور اللياقة البدنية تحدث في ثلاثة أطوار:*

١) **الاكتساب.**

٢) **التثبيت.**

٣) **زمن الفقدان.**

وتتنامى اللياقة البدنية في الطور الأول في مرحلتين: ففي المرحلة الأولى يتضاعف مستوى الإمكانات الوظيفية لأنظمة الجسم، وتتشكل السمات والقدرات الحركية وتنمو الصفات والإمكانات البدنية المختلفة، فهي تعد قاعدة وأساسًا للتغيرات التخصصية التي تعالج متطلبات المرحلة الثانية لنمو اللياقة الرياضية وما يتميز به طور تثبيت اللياقة الرياضية هو استعداد الرياضي لبلوغ نتائج عالية على أساس المستوى العالي للتدريب المتخصص وتنمية مجموعة الصفات والإمكانات التي تحدد وبشكل مباشر النجاح في المنافسات وتوحيدها في منظومة واحدة، وقد أشار (ماتفيف) إلى أن التبادل النسبي للياقة العامة البدنية للاعب لا يعني نهاية نموها وإنما تتعرض هذه اللياقة التي يحصل عليها عند بداية فترة المنافسات أهمية وتعقيدًا وعلى الرغم من غالبية عناصر التدريب تعتبر نتيجة لتغيرات تكوينية أو فسلجية أو نفسية تحدث بفعل التدريب بشكل ثابت إلا أن مستوى اللياقة البدنية كثيرًا ما يتعرض للتذبذب نتيجة التغير الشديد في جانب منظومة الجهاز العصبي المركزي. وتتسم اللياقة البدنية في طور الفقدان بتعرضها للخرق في العلاقات التنسيقية التخصصية وهبوط مستوى الإمكانات الوظيفية للأنظمة، التي تعتمد عليها ظهور مواصفات بدنية تخصصية، وغير ذلك.

وتتحدد أطوار تنمية اللياقة البدنية بدرجة أساسية من خلال إمكانيات التدريب السنوي وفحواه ويضع تقويم المباريات الكبرى بصمات مميزة على بناء التدريب وتشكيله خلال العام، ففي عدد من الرياضات الفردية تجرى غالبية المنافسات صيفًا وفي أنواع أخرى كألعاب القوى مثلاً فتجرى المنافسات فيها في بداية الربيع والصيف أما المنافسات الكبرى في السباحة فغالبًا ما تجرى في بداية الشتاء، وتساعد وسائل وطرق وأسلوب التدريب الحديث عدد كبير من الرياضيين على التغير في موجة ديناميكية التدريب دون أي خرق لأنظمة اللياقة البدنية وهكذا يمكن إيصال الرياضي إلى أعلى النتائج في المنافسات الأكثر أهمية.

ولابد من الأخذ بعين الاعتبار تطوير التدريب واللياقة البدنية التي تعتمد بمقدار كبير على خصوصية نوع الرياضة والإمكانات الذاتية للرياضي، فمثلاً في رياضة التجديف وسباق الدراجات يعتبر بناء الدائرة التدريبية السنوية التي تقترح تخطيطاً دائرة تدريبية واحدة خلال السنة هي الأكثر فاعلية في حين يعتبر بناء الدائرة التدريبية السنوية ذات الدائرتين هي الأكثر فاعلية في ألعاب القوى وسباق الدراجات (المسافات المحدودة)، وثلاث دوائر هي الأكثر فاعلية في السباحة، وتبعًا لذلك فإن تنمية اللياقة البدنية في الدائرة التدريبية تقسم إلى ثلاث فترات، الإعدادية والتنافسية والانتقالية، ففترة الإعداد المعروفة يجب أن تتناسب مع طور اكتساب اللياقة البدنية وفترة المنافسات تتناسب مع طور الثبات، والانتقالية تتناسب مع طور الفقدان المؤقت ومن الممكن في بعض الأنظمة الحديثة التخطيط للتدريب مثلاً باستخدام التوزيع الواسع (مضاعفة الدائرة) (ماتييف) أو ما تسمى في عدد من الفعاليات الرياضية الشائعة «بناء الدائرة» في فترة واحدة وذلك بدمج طور الفقدان وتثبيت اللياقة البدنية (الشكل ١٨).

الشكل (١٨) علاقة الأطوار لتنمية اللياقة البدنية وفترات التدريب لطرق مختلفة للتخطيط السنوي

أ) تخطيط لدورة واحدة ب) التخطيط لدورتين ج) التخطيط الثلاثي

(وتمثل الرموز:) I : دورة الإعداد II : دورة المسابقات III : دورة الانتقال

أشهر السنة

أ

Месячы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Фазы	1							2				3
Лерчобы	I							II				III

ب

Месячы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Фазы	1				2			3-1		2		3
Лерчобы	I				II			I		II		III

ج

Месячы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Фазы	1			2	3-1		2		3-1		2	3
Лерчобы	I			II	I		II		I		II	III

وعند إعداد الرياضيين من ذوي الكفاءة العالية للمساهمة في بطولات كبرى فقد اتسم برنامجهم التدريبي باستمرار تنفيذ الدوائر الصغيرة الإضافية وتعتبر هذه الدائرة بالنسبة للعدائين الثالثة، وبالنسبة للسباحين الرابعة، ولعل هدف هذه الدائرة الإضافية الصغيرة موجهًا نحو إعداد الرياضيين للموسم الكبير في منافساته، وهو غير طويل بمدته إذ يتراوح بين ٦ – ٨ أسابيع وتكمن خصوصية بناءه بأنه يساعد الرياضي دائمًا على بلوغ أعلى النتائج وخاصة في المنافسات الكبرى، فرياضيو المنتخبات في الألعاب الفردية لعدد من الأقطار ينفذون بنجاح تدريباتهم في هذه الدائرة ويحصلون على ٧٠ – ٨٠ ٪ من النتائج العالية من مجموع بدايات المنافسة وأن معدل قيمة الإنجاز الفردي من مجموع عدد بداية كبرى المنافسات لا تتجاوز ٣٥ – ٤٥ ٪.

أما إذا خطط لسنة واحدة لتنفيذ دائرتين أو أكثر فإن استمرارية كل منهما ومكوناتهما تختلف تمامًا، فمثلاً عند التخطيط لدائرة ثلاثية للعملية التدريبية لسباحين بمهارات عالية فإن استمرارية الدائرتين الأولتين عادة تستمر ٢ – ٣ أشهر لكل منهما، أما الثالثة والتي تضم سلسلة المنافسات الأساسية والفترة الانتقالية فتستغرق ٤,٥ – ٥ أشهر. وعندئذ ستنتقل الدائرة الأولى إلى الطبيعة الأصلية ويفترض أعداد كبيرة للمساهمة في مسابقة المسافات المتنوعة وتوضع الدائرة الثانية مع موضوع أكثر تخصصًا تهدف لإعداد المشاركة في منافسات أساسية، بينما تخصص الدائرة التدريبية الثالثة نحو بلوغ أعلى النتائج في السباق الموسمي، حيث يبلغ حجم الأحمال التدريبية أعظم قيمة له، وينعكس ذلك على حجم العمل التدريبي وبعلاقة العمل باتجاهات ذات أفضليات مختلفة.

أسلوب بناء الدوائر التدريبية المتوسطة

إن الدائرة التدريبية الصغيرة تشكل منظومات وتشكيلات الدوائر التدريبية المتوسطة حيث تعتمد العملية التدريبية عليها وتكون من ٤ – ٦ دوائر تدريبية صغيرة وبطول كلي يتراوح بين ٣ – ٦ أسابيع، إن الدائرة المتوسطة تعد مرحلة كاملة نسبيًا للعملية التدريبية حيث يستطيع المخطط أن يضع منهجية وأسلوب عمل للتدريب يبلغ القيمة المقبولة في تنمية الصفات والإمكانات المختلفة، إضافة لذلك فإن بناء فترة التدريب كمنظومات لدوائر تدريبية متوسطة تعطي إمكانية بلوغ التأثير واستبعاد التعب لدى الرياضيين.

الأنواع الأساسية للدوائر التدريبية المتوسطة

بداية ينبغي التفريق بين الدوائر المتوسطة الآتية – التجاذبية – القاعدية – الرقابية– الإعدادية، وقبيل التنافسية والتنافسية (ماتفيف). ويكمن الواجب الأساسي للدائرة

المتوسطة التجاذبية في إيصال الرياضيين لتنفيذ فاعل للعملية التدريبية التخصصية. ويؤمن ذلك استخدام تدريبات موجهة نحو تطوير التحمل عند تنفيذ عمل ذي طبيعة هوائية، ومضاعفة إمكانات التنفس والدورة الدموية. ويمكن أيضًا استخدامها ضمن حجم معلوم، تدريبات إعدادية تخصصية لمضاعفة إمكانات الأنظمة والآليات التي تحدد مستوى أنواع مختلفة من التحمل وإتقان المواصفات المختارة كصفة القوة المميزة بالسرعة والمرونة، وتثبيت عادات حركية التي تساعد في نهاية المطاف على تطوير فاعلية العمل التخصصي اللاحق.

وينفذ في الدائرة التدريبية المتوسطة العمل الأساسي لمضاعفة الإمكانات الوظيفية لأنظمة الجسم الأساسية للرياضي وتطوير مواصفاته البدنية، وتكوين الإعداد الفني والنفسي، ويتسم البرنامج الرياضي بوسائل مختلفة ذات عمل تدريبي كبير بحجمه وشديد بكثافته وباستخدام واسع لوحدات ذات حمل كبير.

وتتوحد في الدائرة التدريبية المتوسطة الرقابية الإعدادية (عند استخدامها في نشاط تنافسي تخصصي) إمكانات الرياضي التي بلغها في الدوائر المتوسطة السابقة أي يتحقق ما يسمى بالإعداد التكاملي (أوزولين). ومما تتسم به العملية التدريبية هو الاستخدام الواسع لتدريبات المنافسة وتدريبات الإعداد التخصصية القريبة قدر الإمكان من تمارين المنافسات.

وتخصص الدوائر التدريبية المتوسطة لإزالة التغيرات البسيطة التي تبرز أثناء إعداد الرياضي وتكامل إمكاناته الفنية، ويحتل الإعداد الإرادي والنفسي في هذه الدوائر مكاناً مهماً وخاصاً، واستناداً إلى الحالة التي وصل إليها الرياضي عند بداية الدائرة المتوسطة قبيل المنافسات يمكن للعملية التدريبية أن تبني بدرجة أساس على الدوائر الصغيرة ذات الأحمال العالية والتي تساعد على مواصلة تطوير مستوى الإعداد التخصصي أو الدوائر الصغيرة ذات الأحمال الخفيفة التي تساعد على تكثيف عمليات الاستعادة وتمنع التعب العالي وتنفيذ عمليات التكيف بنمط عالي.

يتحدد تشكيل الدوائر المتوسطة التنافسية حسب التخصص الرياضي وما تفرزه نتائج التقويم الرياضي وكفاءة درجة الإعداد. وتستغرق المنافسات المهمة في أنواع الرياضة الدورية فترة شهر أو شهرين، وتجرى خلال هذه الفترة عادة دورة متوسطة واحدة أو دورتين تنافستين.

إن مزيج من الطرق المختلفة للدوائر الصغيرة في دوائر متوسطة انطلاقًا من الواجب الموضوع في الدائرة المتوسطة للتدريب يمكن أن تستخدم دوائر صغيرة وآليات يساعد اتجاهها على تطوير مستوى نواحي فردية للإعداد المتخصص وفي تحقيق إعداد متكامل

أو استعادة لخلق ظروف لإحداث عمليات التكيف بعد تنفيذ أحمال إجمالية كبيرة في الدائرة الصغيرة التي سبقت.

وتستخدم بشكل كبير أيضًا دوائر تدريبية صغيرة يجري فيها معالجة القضايا الأساسية للإعداد الخاص كما يمكن للحمل الإجمالي في الدوائر الصغيرة المختلفة أن يتراوح في حدود واسعة، إن عملية الاستعادة للإمكانات الوظيفية للجسم بعد الحمل الإجمالي للدائرة الصغيرة يمكن أن تستكمل (استنادًا إلى عدد الوحدات بأحمال كبيرة) خلال بضع ساعات بعد آخر وحدة، وأما أن تمتد لبضع أيام . وعليه فإن آخر دائرة صغيرة يمكن أن تنفذ إما في ضوء الاستعادة بعد حمل الدائرة الصغيرة السابقة أو في أعقاب تعب واضح.

وهنا تجدر الإشارة إلى أن التدريب الحديث للرياضيين الماهرين يتسم في المرحلة الأكثر شدة بتجميع أحمال دوائر صغيرة انفرادية مع نمو التعب مع دائرة صغيرة إلى دائرة صغيرة أخرى، وهذا يساعد على تعبئة الأنظمة الوظيفية إلى أقصى قدراتها، وتظهر شروط ذات مستوى عالٍ للحالة النفسية، ولكن هذا التأثير يمكن بلوغه في تلك الحالة التي يكون فيها بأعقاب الدوائر الصغيرة التي تعمق دائرة من تلك الدورات التعب الذي تسببه الدائرة السابقة، دائرة صغيرة ذات حمل خفيف نسبيًا تساعد على استعادة الإمكانات الوظيفية للجسم وتؤمن حدوث عمليات التكيف.

إن تجاهل هذه الحالة سيؤدي إلى زيادة التعب البدني والنفسي وأن إحدى الأسباب الرئيسية التي تتطلب إدخال دائرة صغيرة خفيفة الحمل يمكن أن يعبر عن وجود ما يسمى بظاهرة (الانتقال المتأخر) ويتلخص ذلك في أن المؤشرات تبلغ أعلى قيمها عند التدريبات ذات الحجم المكثف وخلال فترة محددة، حيث تقل شدة العمل خلال هذه الفترة ويرى بعض الباحثين في أن عدم التجانس لزمن تأمين الطاقة وتأمين مرونة وظائف الجسم وكذلك في تحديد الزمن الذي يفصل بين تركيب الخلايا المستهلكة تحت تأثير التوظيف المكثف وبين استعادته.

إن الحقائق المشار إليها لابد وأن تؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار خلط الدوائر الصغيرة مع الدوائر المتوسطة، وكما اتضح من الدراسات أن الدوائر المتوسطة القاعدية التي تشكل المحتوى الأساسي لفترة الإعداد يفضل بناؤها استنادًا إلى مكونات الدوائر الصغيرة التي يستخدم فيها آليات في إطار واسع سبق وأن استخدمت في وحدات ذات اتجاه انتخابي يساوي الطول الكلي للدائرة المتوسطة ٤ – ٥ أسابيع، ونورد في الجدول طريقتين ممكن استخدامهما للتخطيط لدوائر متوسطة لرياضيين متقدمين ولابد من الإشارة إلى أن كلا الطريقتين لهما تأثيرًا فعالاً في تطوير المستوى.

جدول رقم (٧)

عدد الدورات الصغيرة وحمولتها الإجمالية بطرق مختلفة
للتخطيط للدورات المتوسطة في تدريب الرياضيين ذوي المستوى العالي

عدد الدورات الصغيرة في الدائرة المتوسطة	الحمولة الإجمالية للدورات الصغيرة				
	١	٢	٣	٤	٥
خمسة	كبيرة نسبيا ثلاث وحدات بحمولة كبيرة	كبيرة أربع وحدات بحمولة كبيرة	كبيرة نسبيا ثلاث وحدات بحمولة كبيرة	كبيرة أربع وحدات بحمولة كبيرة	صغيرة وحدة واحدة بحمولة كبيرة
أربعة	كبيرة أربع وحدات بحمولة كبيرة	كبيرة خمس وحدات بحمولة كبيرة	متوسطة وحدتان بحمولة كبيرة	صغيرة وحدة واحدة بحمولة كبيرة	

يتغير اتجاه العملية التدريبية من دائرة متوسطة إلى أخرى ولا يمكن تحقيق ذلك مباشرة وإنما بالتغيير التدريجي لاتجاه الدوائر الصغيرة الانفرادية ضمن إطار دائرة متوسطة واحدة، فمثلاً إن الدوائر المتوسطة التجاذبية عادة ما تبدأ بدائرة صغيرة ذات حمل صغير وآليات أساسية، وتعتبر الدائرة الأخيرة بوسائلها الأساسية تدريبات إعداد عام وتدريبات إعداد خاص بعيدًا جداً عن أساليب تركيبها في الدوائر التنافسية. إن مثل هذا التنظيم في التدريب يساعد على مضاعفة مستوى الاستعداد البدني العام للرياضي إضافة إلى خلق أساس لتنمية جوانب فردية في الإعداد الخاص، وعند نهاية الدائرة المتوسطة التجاذبية أي أثناء زيادة الحمل الإجمالي لدوائر صغيرة انفرادية يغير بصورة واضحة اتجاهها نحو تنمية الصفات التي يتناولها الإعداد الخاص ومما تصف به بعض الدوائر المتوسطة هو تضمينها دوائر صغيرة ذات اتجاهات متغيرة بشكل حاد، فمثلاً في الدائرة الصغيرة الختامية لغالبية الدوائر المتوسطة تستخدم لغرض استعادة إمكانيات الرياضي وسائل الراحة الإيجابية (الفعالة) وتدريبات الإعداد الشامل المتنوعة، وهناك مثال آخر على التغير الحاد لتوجيه الدائرة الصغيرة وهي طريقة بناء دائرة متوسطة قبيل المنافسات والتي تعالج فيها مسألة الحفاظ على مستوى الإعداد البدني العام (إضافة إلى الإعداد للمنافسات) الذي تم بلوغه سابقًا. وفي هذه الحالة يقترح لتنظيم العمل تعاقب ما يسمى دوائر صغيرة تخصصية ورقابية، وفي الدائرة الصغيرة التخصصية تتكون أسس وظيفية تخصصية لتكيف جسم الرياضي بشكل كبير إزاء نشاط المنافسات الذي يلي. أما في الدائرة الصغيرة الرقابية فيستدل أولاً بالتحول النفسي وتعجيل عمليات الاستعادة وتوسيع الإمكانات الوظيفية للجسم من جراء تنفيذ أعمال غير تخصصية.

التدريب أثناء دائرة الإعداد

تعد دائرة الإعداد أطول وحدة تدريبية إذ ينبغي أن تعالج في هذه الدائرة جميع المشاكل التدريبية الأساسية لإعداد الرياضي لغرض المشاركة في المنافسات.

وهنا يتوجب تهيئة قاعدة وظيفية أساسية وضرورية لتنفيذ غالبية حجوم العمل المتخصص الموجه نحو الإعداد المباشر للفعاليات الحركية والعصبية للجسم، كذلك نحو نشاط تنافسي فعال، وتكتمل هنا الإعدادات الحركية وتنمي الصفات البدنية والسمات الخاصة.

ويتحقق إعداد إرادي ونفسي في الوقت نفسه. إن المسألة المتعددة الجوانب للإعداد الخاص والتي تؤمن في نهاية المطاف المساهمة الناجحة للرياضي في المنافسات الموسمية المهمة تعالج طيلة دائرة الإعداد. إن التصور السائد هو أن القسم الأول من دائرة الإعداد ينبغي أن يوجه نحو مضاعفة مستوى الإعداد البدني العام وتنمية الصفات البدنية الأساسية فقط. بينما يوجه القسم الثاني من الدائرة نحو التدريب التخصصي وهو تصور خاطئ بالتأكيد.

وفي الأنواع الرياضية الدورية تبنى عملية الإعداد الحديث للرياضيين بغض النظر عن أعمارهم وتصنيفاتهم منذ اليوم الأول للدائرة الإعدادية في ضوء مفردات التدريب أن تشكل أسساً بدنية ونفسية وإرادية للتدريب التخصصي اللاحق، وتستثنى من تلك الحالة عندما يكون المستوى المنخفض للإعداد في هذه المرحلة لا يكمن في تنمية مجموعة الصفات البدنية التي تحدد مستوى النتيجة الرياضية، وإنما يكمن في مضاعفة إمكانات عوامل فردية تعتبر عناصر أساسية ويفترض هذا استخدام واسع لتدريبات إعداد تخصصية مختلفة تعتبر قريبة بمقدار كبير من تدريبات الإعداد الشامل.

وفيما بعد ومع دائرة الإعداد إلى مرحلة لاحقة يتم تغير تركيب الوسائل والطرق إذ تزداد نسبة تدريبات الإعداد التخصصية التنافسية الفردية من التمارين التنافسية بالشكل والتركيب وطبيعة التأثير على الجسم.

وينقسم دور الإعداد إلى مرحلتين: مرحلة الإعداد الشامل والإعداد المتخصص. ويشكل الأساس الموضوعي لهذا التقسيم وجود مرحلتين في طور اكتساب اللياقة البدنية.



مرحلة الإعداد الشامل لدائرة الإعداد

إن الواجب الأساسي لهذه المرحلة هو مضاعفة إمكانات الأجهزة الوظيفية الأساسية في الجسم وتنمية الصفات الفنية – الرياضية والنفسية الضرورية.

ويوضع في هذه المرحلة قبل كل شيء أساسًا للعمل اللاحق من أجل تطوير النتيجة الرياضية ويكمن الجزء المتخصص بالإعداد في المضاعفة الانتخابية لإمكانات ومواصفات فردية التي تؤثر بدرجة حاسمة على مستوى النتيجة الرياضية وتولى أهمية خاصة للتأثير الانتخابي في الإمكانيات إزاء إعادة البناء الهوائي واللاهوائي لمركب ATP . وفي تنمية عوامل القوة المميزة بالسرعة للحركات وتكامل فن الحركة ونواتج التنفس واقتصادية العمل وغير ذلك. كما تعتبر مضاعفة إمكانية الرياضي في تحمل عدد كبير نسبيًا من الأحمال الكبيرة أهم واجب للإعداد المتخصص في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد.

وفي ضوء المستلزمات المتوفرة في الوقت الحاضر لتنظيم العملية التدريبية للإعداد الخاص فأصبح بالإمكان تنظيم تدريبات الإعداد الخاص قريبة أو مشابهة بقدر أو بآخر من تدريبات المنافسة وهذا يؤكد ما جاء به (هارة) من تدريبات الرياضيين المتقدمين في الأنواع الرياضية الدورية لكل الوسائل المتخصصة (التي تشكل على أساس تدريبات المنافسات) أن تحتل موقعًا رئيسيًا في الحجم العام التدريبي في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد.

إن حصة تدريبات المنافسات صغيرة بالنسبة للحجم العام للعمل المنفذ كما أن فاعلية التدريب في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد ليس لها علاقة مباشرة مع حجم تدريبات المنافسات ضمن الحجم العام للعمل التدريبي. أضف إلى ذلك فإن الاستخدام المبالغ فيه في هذا الوقت لتدريبات المنافسات على حساب تدريبات الإعداد الخاص يمكن أن ينعكس سلبًا على النتائج الرياضية.

ولابد هنا من ذكر حقيقة حول تتابع تطوير صفات تخصصية وإمكانات في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد، حيث أن من المعلوم أن مستوى الإنتاجية الهوائية الذي يشكل أساس فسلجي وهو ما يسمى بالتحمل العام يعتبر أساسًا للمعالجة الناجحة لأمور تدريبية أخرى وبشكل واسع جدًا كتطوير إمكانات السرعة والمقدرة اللاهوائية وتنمي التحمل الخاص وغير ذلك، إلا أن هذا لا يعني أن تكون ضرورة البدء بالعمل الموجه لتنمية الإمكانات اللاهوائية بعد أن يبلغ مستوى الإنتاجية الهوائية قيمًا عالية. إن الطرق المشار إليها لتأمين النشاط العضلي ينبغي أن تستكمل بصورة متوازنة وحصة الوسائل ذات الاتجاهات المختلفة في هذه الحالة غير متساوية. ففي البداية تنمي الاتجاهات بدرجة أساسية الإمكانات الهوائية التوجه نحو زيادة القوة القصوى لمجموعة العضلات الأساسية ومن ثم وبشكل متأخر قليلاً تستخدم بصورة متوازية امتداد هذا البرنامج التدريبي تمارين تساعد في رفع إمكانات القوة التي تستخدم حسب خصوصية الفعالية الرياضية.

مرحلة الإعداد الخاص ضمن دائرة الإعداد

تتكون العملية التدريبية في هذه المرحلة من دائرة موجهة نحو بناء اللياقة البدنية ويمكن بلوغ ذلك من خلال مضاعفة حصة تدريبات الإعداد الخاص القريبة والمشابهة من تدريبات المنافسات وكذلك تدريبات المنافسات الفردية.

ومن وجهة النظر التدريبية يتم تنمية مجموعة صفات (إمكانات السرعة والتحمل الخاص) استنادًا إلى قاعدة من المزيج التي تكونت في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد. إضافة لذلك يخصص قدرًا كبيرًا من الحجم التدريبي العام للعمل لأساليب تخصصية تساعد في مضاعفة إمكانات المكونات الفردية لكفاءة أداء خاصة ذات مستوى عالٍ.

كما يولى اهتماماً كبيراً لتكامل فن المنافسات. وعادة ينفذ هذا الواجب بصورة متوازية مع تنمية الصفات البدنية وتتخذ إطارين:

١) تكامل السمات النوعية للعادات الحركية (شكل وتركيب الحركة) كأساس لتطوير إمكانات السرعة.

٢) تنمية فن الأداء واقتصادية الحركة وبأشكال متنوعة ومتغيرة للحركة كأساس لتطوير التحمل الخاص.

إن اتجاه وسائل وأساليب التدريب في هذه المرحلة تساعد على تحسين التناسق الوظيفي الحركي والحسي. ويكمن بلوغ ذلك بمقدار كبير بالاستخدام الواسع لتدريبات المنافسات، حيث يتزايد دورها بصورة ملحوظة ضمن الحجم العام للعمل، وتتوزع تدريبات المنافسات بصورة غير متساوية طيلة المرحلة الثانية لدائرة الإعداد ويتزايد عددها بصورة تدريجية عند نهايتها ويشمل هذا أيضاً استخدام تدريبات إعداد خاص مختلفة، وفي بداية المرحلة تكون تلك التدريبات بعيدة عن مثيلاتها في تدريبات المنافسات وتساعد في التأثير الاختياري على جميع جوانب الإعداد الخاص، ولكن مع تطوير التدريب الخاص وتكامل اللياقة البدنية يكتسب إعداد الرياضي طبيعة تكاملية واضحة.

التدريب في دائرة الإعداد

يتركز الواجب الأساسي لدائرة الإعداد بالحفاظ ومضاعفة المستوى الذي تم بلوغه في الإعداد الخاص وإمكانية تكامله في المنافسات ويمكن بلوغ ذلك باستخدام تمارين تنافسية وتمارين قريبة من الإعداد الخاص.

إن تنظيم عملية الإعداد الخاص في فترة الإعداد تتحقق في ضوء تقويم المنافسات الأساسية، ويتراوح عددها عند الرياضيين المتقدمين بين ٢ – ٤ وحدات وفي عملية الإعداد الخاص يؤخذ بعين الاعتبار جميع السمات المأخوذة من بيانات المنافسات بدءًا مما تفرزه تلك المنافسات وانتهاءً بعملية انتقاء المقترحين للمشاركة في تلك المنافسات.

أما المباريات الأخرى التي تقام خلال الدوائر التدريبية فجميعها تحمل طبيعة تدريبية وتعتبر حلقات مهمة في الإعداد للمنافسات الأساسية.

ويؤثر في أسلوب الإعداد للمسابقات الأساسية، فعلى سبيل المثال يتطلب حمل المنافسات استخدام أحمال مماثلة في المراحل الأولية من العملية التدريبية وينبغي أن تؤخذ بعين الاعتبار أيضًا طبيعة نشاط المنافسات المقترح عند التخطيط للدائرة الصغيرة حيث تعالج خلالها مواضيع الإعداد الخاص إذ ينبغي استخدام عدداً من الأحمال المتعاقبة في دوائر صغيرة فردية على أن تكون كل منها قادرة على تعميق التعب الذي سببته الأحمال السابقة.

ويجب عدم النسيان من أن قيمة أحمال المنافسات تحدد بدرجة كبيرة من خلال طبيعة المنافسات وما تضمه من منافسين أقوياء ومدى الاستعداد الذي يظهره اللاعبون للمشاركة في تلك المنافسات. ومن الواضح أن المباريات المهمة تظهر تأثيرًا أكثر شدة على جسم المشاركين مما يخلفه الحمل التدريبي التنافسي والأحمال الرقابية.

ونقترح أن تكون الدائرة قبيل السباقات أقل من الحجم الإجمالي الذي ينفذه في دائرة المنافسات من العمل التدريبي ويتطلب هذا استخدام تدريبات موجهة نحو تثبيت وتعزيز المستوى الحالي من الاستعداد تحت ظروف المنافسات لذلك تدخل في التدريب تمارين إعداد خاص كثيرة تختلف أحيانًا عن تمارين المنافسات، وفي عدد من الحالات يمكن لأغراض معالجة مثل تلك الأمور أن يتم إدخال تدريبات ضمن وسائل الإعداد البدني العام.

يساعد تثبيت مستوى التدريب في الدائرة الإعدادية أيضاً على استخدام دوائر متوسطة ذات تركيب مستدير وفي هذه الحالة تكون الدائرة المتوسطة من الدوائر الصغيرة المتعاقبة ويستخدم في أحدها بشكل واسع تمارين تنافسية وتمارين قريبة من تمارين الإعداد الخاص وفي الأخرى تستخدم تمارين الإعداد العام والخاص التي تختلف بصورة كبيرة عن تمارين المنافسات وعند الإعداد لتدريبات مهمة ينبغي الالتفات إلى لحظة مهمة أخرى، فكما وردت الإشارة أن في عملية التدريب يجري الإعداد لإيقاع معين لتذبذب كفاءة الأداء المتخصص للرياضيين خلال النهار بحيث أن أعلى مستوى لها يسجل في الوقت الاعتيادى للوحدات التدريبية وعليه يبدو مهم جدًا تنظيم الوحدات الأساسية والوحدات الرقابية في نفس الوقت من النهار والذي يفترض تنفيذ المنافسات الأساسية خلاله.

إن الموقع الجيوفيزياوي للمنافسات المقترحة يمكن أن يتطلب من الرياضي أن يغير النظام اليومي واستنادًا إلى ذلك فعندما يجري التخطيط للإعداد للمشاركة الحساسة ينبغي مسبقًا تغيير منحنى تذبذب كفاءة الأداء بحيث أن نشاطها يحدث في ساعات المنافسات. وإذا لم يكن الوقت الدقيق للمباريات معلومًا مسبقًا أو ينبغي على الرياضي

تنفيذ عدداً من الممارسات خلال فترة ٣ – ٤ ساعات، فيبدو من المعقول التخطيط للوحدات التدريبية والرقابية التنافسية في أوقات مختلفة، كذلك التغير المفاجئ لزمن المتابعة الرقابية والوحدات التدريبية، إن أصغر فترة لإعادة بناء الإيقاع اليومي تحت ظروف جديدة من أسبوعين – ثلاث أسابيع وأن إعادة بناء إيقاع تذبذب كفاءة الأداء حسب فترات المنافسات يتطلب أيضًا تخطيطًا خاصًا لعدد من الدوائر الصغيرة عادة ما يتراوح عددها بين ٣ – ٥ والتي تسبق المنافسة، ويكمن جوهر هذا التخطيط في التوزيع اليومي لنظام الجهد والراحة كما يفترض أن يكون في أيام المنافسات.

إن إعادة الدوائر الصغيرة تحسب بطريقة بحيث تتطابق المشاركة في التنافس مع أيام الدائرة وهذا يساعد في تكوين علاقات انعكاسية افتراضية تؤمن للرياضي أعلى قدر من كفاءة الأداء في تلك الأيام التي سيشارك فيها الرياضيون في المنافسات.

وينبغي تسليط الضوء بصورة خاصة في دائرة الإعداد لغرض التهيؤ في الأيام التي تسبق أكثر المباريات أهمية مباشرة وعادة ما تكون قبل ٧ – ١٤ يوم من بدء المباريات. ويتم هيكلة التدريب خلال الفترة بشكل ذاتي وشخصي دون أن يدون ذلك في مخطط القياس والتقويم. ويؤثر في تنظيم عملية التدريب عوامل عديدة كالحالة الوظيفية للرياضي ومستوى تدريبه ودرجة ثبات الجانب الفني للمستوى التنافسي، الحالة النفسية في تلك اللحظات الإمكانية الذاتية، رد الفعل إزاء الأحمال التدريبية والتنافسية وغير ذلك، وعلى الرغم من الطبيعة الآتية للتدريب في هذا الوقت فهنالك عدد من الأمور العامة تؤثر على تنظيمها لذلك لا يجوز السعي لغرض زيادة تطوير أنظمة الجسم الوظيفية والآليات التي تحدد مستوى التحمل الخاص، إذ أن تثبيت حالتها في المستوى الذي تم بلوغه سلفًا وهذا بالطبع لا يحتاج إلى حجم كبير من العمل.

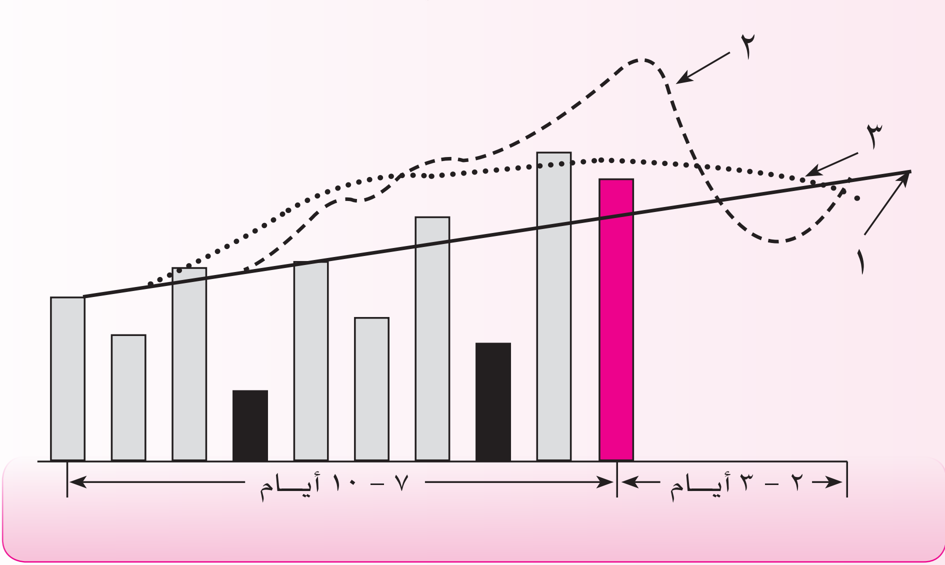
من المعلوم أنه بعد تنفيذ وحدات بأحمال كبيرة فإن دائرة الإعداد لجوانب فردية لكفاءة الأداء وكذلك الإمكانيات الوظيفية لأنظمة الجسم الأساسية يمكن أن تستمر لبضع أيام، وتعتمد طول دائرة الإعداد بدرجة كبيرة على شدة الوحدة ذات الحمل الكبير فهو بعد أحمال السرعة يكون أقصر وبعد أحمال التحمل يكون أطول. وتحدد هذه البيانات زمن التخطيط للوحدة الأخيرة ذات الحمل الكبير. إذ ينبغي أن ينفذ استنادًا إلى توجه العمل والمزايا الذاتية للرياضيين قبل ٣ – ٥ أيام من المنافسات، وبعد ذلك ينخفض الحمل بصورة حادة.

إن بعض الزيادات في حصة تدريبات السرعة في الأيام التي تسبق المنافسات مباشرة تساعد على تحسين حالة الجهاز العصبي المركزي فتتضاعف كفاءة أداء الخلايا العصبية في أيام ما قبيل المنافسات وتبلغ القيمة القصوى يوم السباق، ثم تهبط بعد ذلك إلى القيمة الاعتيادية بل وأقل من ذلك أحيانًا (الشكل رقم ١٩).

الشكل (١٩) منحنى مضاعفة التدريب ونمو اللياقة البدنية

١- العناصر الثابتة للإعداد **٢- منظومة العصب المركزي** **٣- الخلايا العصبية**

- الخطوط الأزرق الفاتح وتعني الوحدات التدريبية
- الخطوط الزرقاء تعني الاستراحة الفعالة
- الخطوط الحمراء تعني المنافسات



ويتخذ التدريب في دائرة المنافسات نمطًا خاصًا يسود شيئًا من التعقيد لدى الرياضيين من ذوي المستويات العالية والذين يستعدون للمساهمة ضمن فرق المنتخبات في البطولات الدولية المختلفة، فيتحتم عليه المشاركة في عدد من المنافسات الدورية.

وتعتبر البطولة التي تنظمها دولة ما عبارة عن بطولة انتقائية وذلك لغرض اختيار المنتخب الوطني وفي الوقت نفسه في المنافسات الكبرى وبعد انتهاء البطولة الوطنية يصبح أمام الرياضي المرشح للمنتخب ومدربه واجبًا معقدًا، كيف يمكن رسم البرنامج التدريبي في مرحلته النهائية، ليس لغرض بلوغ أفضل النتائج الرياضية وإنما أيضًا لتحسين النتيجة التي تم الحصول عليها مسبقًا قدر الإمكان.

وتعطي تجارب السنوات الأخيرة العديد من الأمثلة في كيفية البناء الناجح للعملية التدريبية في مرحلة الإعداد المباشر للمنافسات الرئيسية ليس فقط للحصول على نتائج شخصية وإنما لتحسين النتائج السابقة بشكل قفزات ونورد في الجدول رقم (٨) نتائج لعدد من الرياضيين في بطولة الدولة والبطولة الكبيرة الموسمية التي اعقبتها بعد مضي فترة من الزمن تتراوح بين ١,٥ – ٢ شهر.

لقد استطاع الرياضيين خلال فترة ١,٥ – ٢ شهر أن يكسبوا تقدمًا غالبًا ما تصرف سنوات طوال بلوغه. من الطبيعي أن يكون تفكيرًا غير سليم إذا اعتقد أن هذا التقدم حصل نتيجة للتدريب الذي حدث في المرحلة الختامية للإعداد. وفي الحقيقة أن سبب النتيجة التي أظهرها الرياضيون جاءت نتيجة لتعاقب سنوات طويلة ولكن التدريب الذي تم في فترة الإعداد المباشر للمباريات الموسمية الكبيرة ساعد الرياضيين على نقل تلك الأسس التي وضعت في العمل السابق إلى النتائج الرياضية الباهرة.

وليس بمقدور العديد من الرياضيين أن يظهروا مثل هذه الكفاءة بل وأنهم غير قادرين على الوصول إلى إنجازاتهم وأحيانًا نتائجهم أسوأ بكثير من النتائج التي حققوها في بطولة الدولة التي جرت فيها المنافسة قبيل البطولات الخارجية العالمية، وهذا بحد ذاته يؤدي إلى حصول حالة من الإحباط لدى عديد من الرياضيين وإلى فشل عدد من المنتخبات.

ويتخذ الإعداد المباشر أهمية كبيرة في الوقت الحاضر عندما تفصل بين الرياضيين في المسابقات الدولية الكبرى أجزاء صغيرة بالمئة من الثانية عند خط النهاية في عديد من مسابقات السرعة بحيث أن شدة التنافس تستبعد حتى الرياضيين من ذوي الإنجازات العالية.

جدول رقم (٨)
يبين زيادة النتائج الرياضية تحت تأثير التدريب
خلال مرحلة الإعداد المباشر للمباريات الدولية

رياضيو المستوى العالي	نوع الرياضة	النتيجة في بطولة بلدة	النتيجة في البطولات الدولية	مستوى التطور/ث
د. اويلكي (بريطانيا)	٢٠٠م سباحة براس	٢,١٨,٤	٢,١٥,١	٣,٣
م. كوسيتايا (روسيا)	٢٠٠م سباحة براس	٢,٣٧,٥	٢,٣٣,٣	٤,٢
ل. كاتشوشيتا (روسيا)	٢٠٠م سباحة براس	٢,٣٥,٦	٢,٣١,٤	٤,٢
ف. ساليكون (روسيا)	١٥٠٠م سباحة حرة	١٥,٢٠,٠	١٥,٣,٠	١٧,٠
ت. بروفيدوخينا (روسيا)	جري ٨٠٠م	٢,٠,٩	٢,٠,٨	٠,١
أ. أنتيبوف (روسيا)	جري ١٠٠٠٠م	٢٨,٠,٩	٢٧,٤٠,٤	٢٠,٥



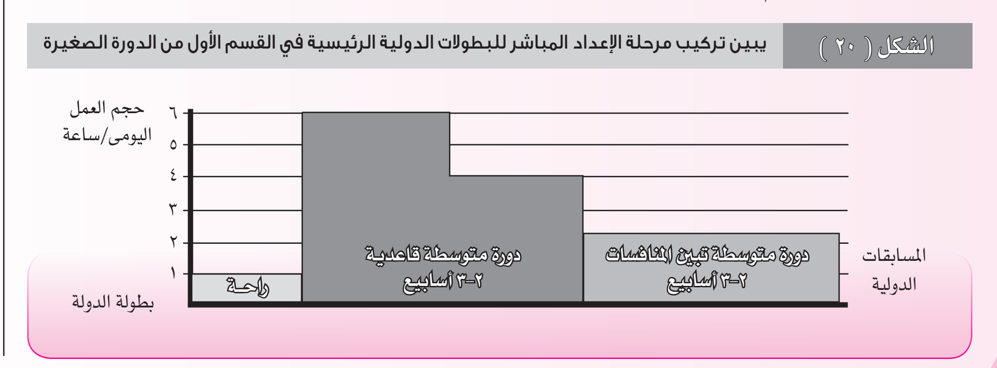
وكي تكون عملية الإعداد المباشر أثناء المنافسات عملية موضوعية فمن الضروري اتباع الآتي:

إبراز العلاقة الإيجابية للتدريبات التي توجه لتنمية مختلف الصفات لتحديد الاختيار الصحيح والناجح للأحمال الكبيرة والراحة الكاملة ومعرفة كيفية جعل الحمل التدريبي وإجراءات الاستعادة والتغذية بصيغة موحدة وتكامل الصورة عن مستوى الحالة الوظيفية للرياضي وردود أفعاله إزاء الأحمال من أجل وضع التخطيط الشخصي وتصحيح العملية التدريبية، وإعداد مجموعة إجراءات العلاج الطبيعي والنفسي التي تساعد في الإعداد الأمثل للرياضي لخوض غمار المنافسة والمباريات المرتقبة.

في السنوات الأخيرة تم إعداد نماذج تقليدية للإعداد ما قبل المنافسات للمسابقات الموسمية الرئيسية في ضوء مفردات عدد من أنواع الرياضة الدورية كالسباحة والركض.

إن طول فترة مرحلة الإعداد المباشر تعتمد على الفواصل الزمنية بين بطولة الدولة والمنافسات الموسمية الكبيرة وتتراوح بين ٥ – ٨ أسابيع، وتتكون مرحلة الإعداد المباشر عادة من دائرتين متوسطتين توجه الدائرة الأولى وهي ذات حمل إجمالي كبير لتنمية المزايا والخواص التي تبين مستوى الإنجازات الرياضية والأخرى وتوجه نحو الاستعادة الكاملة لتأمين أفضل الظروف لحدوث عمليات التكيف في جسم الرياضي، ولإيصال الرياضي لغرض المساهمة في المنافسات المحددة معًا، لأخذ بعين الاعتبار خصوصية المسافة لتشكيلة المتنافسين ومستوياتهم إضافة للعوامل التنظيمية والمناخية والعوامل الأخرى. ويبدو في الشكل (٢٠) مخططاً للإعداد المباشر للمنافسات الموسمية والأساسية والاستخدام الواسع في مختلف أنواع الرياضة الدورية سواء كان ذلك داخل البلد أو خارجه. إن دائرة الإعداد المباشر التي تستغرق ٥ – ٨ أسابيع مع الفاصلة بين بطولات الدولة والمنافسات الموسمية الرئيسية وتخصص الأيام ٤ – ٥ الأولى التي تعقب بطولة الدولة لغرض الراحة الفعالة والاستعادة البدنية والنفسية التي تعقب السباقات الأولية، ويخطط بعد ذلك لدوائر قاعدية متوسطة أمدها ٣ – ٤ أسابيع، وعادة ما تقسم هذه الدائرة إلى قسمين متساويين بالزمن هما : الإعداد العام والإعداد الخاص.

الشكل (٢٠) يبين تركيب مرحلة الإعداد المباشر للبطولات الدولية الرئيسية في القسم الأول من الدورة الصغيرة



يحمل الأعداد في القسم الأول من الدائرة الصغيرة طبيعة أساسية قاعدية ويكون في أغلب الأمور شبيهًا للتدريب في المرحلة الأولى لدائرة الإعداد. ولعل الاختلاف الأساسي يكمن في أن حجم العمل اليومي الذي ينفذ في هذه الأيام يتجاوز تلك القيمة التي تحققت في أي وقت سبق، يكفي القول أن التدريب اليومي يشغل لغاية ٥ – ٧ ساعات عند تنفيذ وحدتين إلى أربع وحدات خلال اليوم ويتمثل النصف الأول للدائرة المتوسطة عادة في المنافسات الرقابية لأنواع البرامج الإضافية ويحمل النصف الثاني من الدائرة المتوسطة طبيعة تخصصية فيما يتعلق بدائرة كبيرة من الأمور المحلولة وبانتقاء الوسائل والطرق وبمزايا العملية التدريبية التي على غرار العملية التدريبية في المرحلة الثانية لدائرة الإعداد.

ويقلص حجم العمل إلى ٣ – ٤ ساعات يوميًا في حين تتضاعف الشدة وتختم الدائرة المتوسطة بالمنافسات الرقابية في حلقات البرنامج المختلفة، ويقسم التدريب وفق المواصفات الأساسية للحمل في هذه الدائرة المتوسطة بخصوصية تأثير قوية جدًا على جسم الرياضي.

فمثلاً نجد غالبًا ما يبلغ حجم العمل اليومي ١٨ – ٢٢ كيلو متر والأسبوعي ١٠٠ – ١١٠ كم لدى السباحين الماهرين حيث تصل الفترة الإجمالية للوحدات التدريبية إلى ٣٠ – ٣٥ ساعة أسبوعيًا.

إن الحمل الكبير الإجمالي للدائرة المتوسطة يرجع إلى محاولة إيصال الرياضي المتدرب إلى حالة الشدة التي تجعله قادرًا على توليد طفرة تكيفية إضافية. أما العامل الذي يشكل أساسًا لمعالجة هذه المسألة بنجاح فغالبًا ما يكون هو تنفيذ عملية التدريب في ظروف جبلية تملي شروط إضافية على الأجهزة الوظيفية لجسم الرياضي.

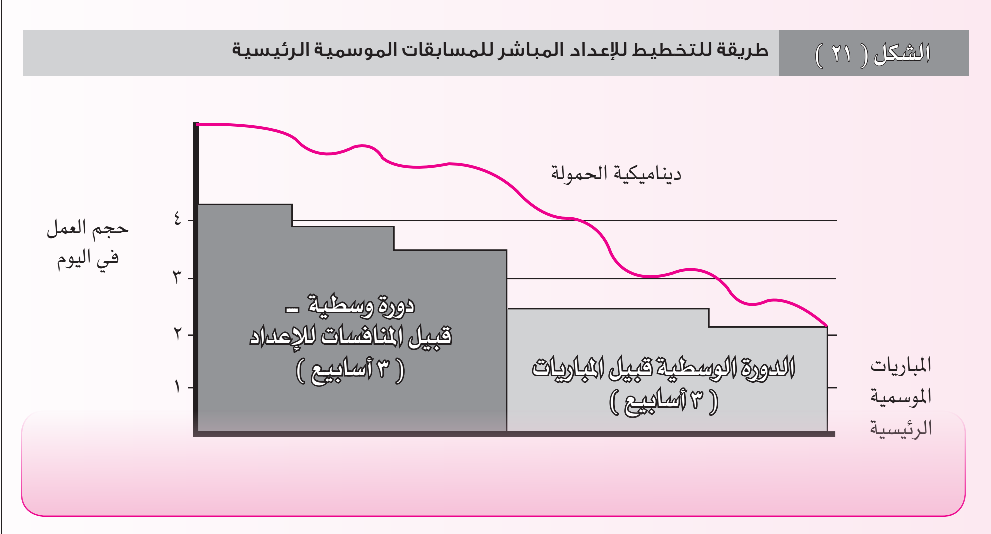
ويخطط للدوائر المتوسطة القاعدية ودوائر متوسطة لقبيل المنافسات حيث يعد واجبها الأساسي الاستعادة بعدة أحمال للدائرة المتوسطة السابقة والإعداد النفسي إزاء منافسات محددة وإيجاد إيقاع خاص لكفاءة الأداء مع الأخذ بعين الاعتبار الزمن المقترح (انظر شكل ٢٠).

يتقلص حجم العمل بشدة (لغاية ساعتين أو ثلاث ساعات لوحدة أو وحدتين) ويتخذ الإعداد طبيعة فردية تمامًا. وتستخدم الوسائل المختلفة بصورة واسعة وخاصة تلك التي تساعد في تثبيت كفاءة أداء عالية لدى الرياضيين وتتبلور حدوث عمليات الاستعادة.

كما يولي اهتمامًا كبيرًا لإزالة النواقص البسيطة التي تبرز في الإعداد الفني والإرادي والنفسي. أما محاولة إجراء تغيرات جوهرية في مستوى الإعداد فإنها لا تؤدي إلى النجاح وعمومًا فإن في مثل هذه الطريقة للتخطيط للمنافسات يتخذ التنسيق بين قيم المؤشرات التدريبية والظروف اللازمة لنقلها إلى تشكيلات لأنظمة وظيفية تشكل أساسًا في نمو العملية التدريبية مكانًا خاصًا له. وتتخذ مرحلة الإعداد المباشر للمنافسات

الرئيسية ملامح دائرة متوسطة مستقلة غير طويلة بالنسبة للإعداد الوظيفي العام والمساعد وكذلك الإعداد الخاص والإيصال المباشر نحو المشاركات. وغالبًا ما تستخدم في الميدان العالمي مخطط آخر للإعداد المباشر. ويستغرق طول الفترة في هذه المرحلة (٦) أسابيع تقسم إلى دائرتين تمتد كل دائرة منها إلى ثلاثة أسابيع (الشكل ٢١) ويكمن التباين عن الطريقة المشار إليها سابقًا بعد وجود قسم الإعداد العام في الدائرة المتوسطة الأولى إذ يحمل العمل هنا طابعًا تخصصيًا في حين ينخفض الحمل تدريجيًا من دائرة متوسطة لأخرى، ويشكّل حجم العمل اليومي ٣ – ٥ ساعات في الدائرة المتوسطة الأولى ١ – ٣ أسابيع في الدائرة التدريبية الثانية. ويشكّل الحجم الإجمالي للعمل خلال المرحلة ٥٠ – ٦٠ ٪ نسبة إلى أكثر المراحل شدة في السنة، كما يبلغ شدته القيمة القصوى. وتولي عملية الاستعادة الشاملة للرياضي أهمية خاصة. ويمكن الاعتماد على النتيجة الإيجابية في تلك الحالة فقط إذا حدثت استعادة كاملة خلال الدائرة المتوسطة وليس استعادة بدنية بل نفسية أيضًا وينبغي في هذا الصدد إعطاء أهمية كبرى لإزالة التعب النفسي والتوتر العصبي فوق الاعتيادي. ومن المهم أيضًا في هذا المجال تولد ثقة للرياضيين بأنفسهم وقدراتهم التنافسية وإدراك ذلك بشكل دقيق مع المعرفة بإمكانية وقوى المنافسين الرئيسيين.

الشكل (٢١) طريقة للتخطيط للإعداد المباشر للمسابقات الموسمية الرئيسية



العلاقة الصحيحة بين الحجم الإجمالي على مدار السنة

باتجاه مختلف وتأثيره على فاعلية العملية التدريبية

أظهرت نتائج إعداد الرياضيين من ذوي المهارات العالية في السنوات الأخيرة دليل جيد على أن مضاعفة الحجم الإجمالي السنوي للعمل يعد أحد أهم عوامل الزيادة في الإنجازات الرياضية في الرياضات الدورية (جدول ٩، ١٠) وبالإضافة إلى الزيادة في الحجم العام للعمل المنفذ فإن متغيرات تطرأ دائمًا على المؤشرات النوعية كشدة العمل وعلاقات مفردات التدريب بعضها ببعض من حيث الاتجاه بأفضلية صفة على أخرى وواجب إلى آخر، وقد يواجه عدد من الرياضيين صعوبة بلوغ النتائج المطلوبة جراء المضاعفة الحادة لحجم العمل ولحالات انفرادية مما يجبرهم على تقليص حجم العمل ويضاعفون في نفس الوقت شدته. وعند التوقف أمام المكونات الرئيسية للحجم التدريبي (الجدول ١١) لا يمكن إغفال ظاهرة مفادها أن بعض الرياضيين الماهرين تتسم قيم إنجازهم بانحرافات ملحوظة في معدلاتها.

جدول رقم (٩)

ديناميكية تغير عوامل العمل التدريبي السنوي عند العدائين من مستوى متقدم (١٩٩٢ - ٢٠٠٤)

مسافة السباق	العوامل	١٩٩٢	١٩٩٦	٢٠٠٠	٢٠٠٤
٨٠٠ م نساء	عدد الوحدات التدريبية	٣٣٠ – ٣٦٠	٣٧٠ – ٤٠٠	٤٠٠ – ٤٥٠	٤٥٠ – ٥٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/س	٧٠٠ – ٧٥٠	٨٠٠ – ٩٠٠	٩٠٠ – ١٠٠٠	١٠٠٠ – ١١٠٠
	الحجم الإجمالي للجري/كم	٢٨٠٠ – ٣٢٠٠	٣٢٠٠ – ٣٦٠٠	٤٥٠٠ – ٥٠٠٠	٤٥٠٠ – ٥٠٠٠
٨٠٠ و١٥٠٠م رجال	عدد الوحدات التدريبية	٤٠٠ – ٤٥٠	٤٤٠ – ٤٧٠	٤٥٠ – ٥٠٠	٥٠٠ – ٥٥٠
	الحجم الإجمالي للعمل/س	٨٠٠ – ٩٠٠	٩٠٠ – ١٠٠٠	١٠٠٠ – ١١٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠
	الحجم الإجمالي للجري/كم	٣٥٠٠ – ٤٥٠٠	٤٥٠٠ – ٥٥٠٠	٥٠٠٠ – ٦٠٠٠	٦٥٠٠ – ٧٥٠٠
٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠م	عدد الوحدات التدريبية	٤٤٠ – ٤٨٠	٤٧٠ – ٥٠٠	٥٠٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/س	٩٠٠ – ١٠٠٠	١٠٠٠ – ١١٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠
	الحجم الإجمالي للجري/كم	٥٠٠٠ – ٥٥٠٠	٥٥٠٠ – ٦٥٠٠	٧٥٠٠ – ٨٥٠٠	٨٥٠٠ – ٩٥٠٠
٤٢,١٩٥ كم ماراثون	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٣٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/س	٨٠٠ – ٩٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	الحجم الإجمالي للجري/كم	١٦٠٠ – ١٧٠٠	٢١٠٠ – ٢٣٠٠	٢٩٠٠ – ٣٢٠٠	٣٣٠٠ – ٣٥٠٠

جدول رقم (١٠)

ديناميكية تغير عوامل العمل التدريبي السنوي عند السباحين من مستوى متقدم (١٩٩٢ - ٢٠٠٤)

مسافة السباق	العوامل	١٩٩٢	١٩٩٦	٢٠٠٠	٢٠٠٤
١٠٠ و٢٠٠م نساء	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٠٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/سا	٧٥٠ – ٨٥٠	١٠٠٠ – ١١٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠
	الحجم الإجمالي للسباحة/كم	١٣٠٠ – ١٤٠٠	١٤٠٠ – ١٦٠٠	١٨٠٠ – ٢٠٠٠	١٩٠٠ – ٢١٠٠
١٠٠ و٢٠٠م رجال	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٠٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/سا	٨٠٠ – ٩٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	الحجم الإجمالي للسباحة/كم	١٤٠٠ – ١٥٠٠	١٧٠٠ – ١٩٠٠	٢٠٠٠ – ٢٢٠٠	٢١٠٠ – ٢٣٠٠
٤٠٠ و٨٠٠ م نساء	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٠٠ – ٥٣٠	٥٤٠ – ٦٨٠
	الحجم الإجمالي للعمل/سا	٨٠٠ – ٨٥٠	١٠٥٠ – ١١٥٠	١١٥٠ – ١٢٠٠	١٢٥٠ – ١٣٥٠
	الحجم الإجمالي للسباحة/كم	١٤٠٠ – ١٥٠٠	١٧٠٠ – ١٩٠٠	٢١٠٠ – ٢٣٠٠	٢٤٠٠ – ٢٦٠٠
٤٠٠ م رجال	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٠٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/سا	٨٠٠ – ٩٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	الحجم الإجمالي للسباحة/كم	٢٥٠٠ – ١٨٠٠	٩٠٠ – ٢١٠٠	٢٧٠٠ – ٣٠٠٠	٣٣٠٠ – ٣٢٠٠
١٥٠٠م رجال	عدد الوحدات التدريبية	٤٥٠ – ٥٠٠	٤٨٠ – ٥٢٠	٥٣٠ – ٥٥٠	٥٥٠ – ٦٠٠
	الحجم الإجمالي للعمل/سا	٨٠٠ – ٩٠٠	١١٠٠ – ١٢٠٠	١٢٠٠ – ١٣٠٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	الحجم الإجمالي للسباحة/كم	١٦٠٠ – ١٧٠٠	٢١٠٠ – ٢٣٠٠	٢٩٠٠ – ٣٢٠٠	٣٣٠٠ – ٣٥٠٠

جدول رقم (١١)

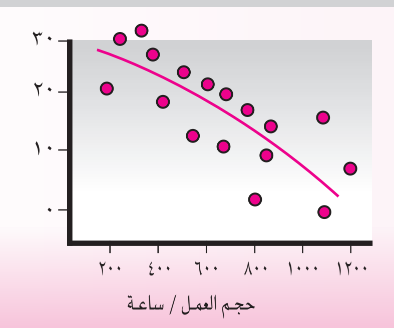
العوامل القصوى للعمل التدريبي عند الرياضيين من ذوي المستوى العالي
ومن المتخصصين في الأنواع الدورية من الرياضة

نوع الرياضة	العوامـــل	خلال دورة ذات أسبوع واحد	خلال السنة
الجري لمسافة متوسطة	حجم العمل / ساعة	٢٥ – ٣٠	١١٠٠ – ١٢٠٠
	حجم العمل / كم	٣٠٠ – ٣٤٠	٦٥٠٠ – ٧٥٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٦ – ٧	٣٢٠ – ٣٤٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢ – ١٥	٥٠٠ – ٥٥٠
الجري لمسافة طويلة	حجم العمل / ساعة	٣٠ – ٣٥	١٢٠٠ – ١٣٠٠
	حجم العمل / كم	٣٦٠ – ٤٢٠	٨٥٠٠ – ٩٥٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٦ – ٧	٣٢٠ – ٣٤٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢ – ١٨	٥٠٠ – ٦٠٠
السباحة لمسافة متوسطة ٨٠٠ – ١٥٠٠م	حجم العمل / ساعة	٣٠ – ٣٥	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	حجم العمل / كم	١٠٠ – ١٢٠	٣٢٠٠ – ٣٦٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٧	٣٠٠ – ٣٢٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٥ – ٢٠	٥٥٠ – ٦٠٠
التجديف	حجم العمل / ساعة	٣٠ – ٣٥	١١٠٠ – ١٢٠٠
	حجم العمل / كم	٢٢٠ – ٢٥٠	٥٥٠٠ – ٦٠٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٦ – ٧	٢٩٠ – ٣١٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢ – ١٨	٥٠٠ – ٥٥٠
ركوب الدراجات (لمسافات قصيرة)	حجم العمل / ساعة	٣٠ – ٤٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	حجم العمل / كم	٨٠٠ – ٩٠٠	٢٠٠٠٠ – ٢٥٠٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٦ – ٧	٣١٠ – ٣٣٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢ – ١٨	٥٥٠ – ٦٠٠
ركوب الدراجات (الطرق الخارجية	حجم العمل / ساعة	٣٠ – ٤٠	١٣٠٠ – ١٤٠٠
	حجم العمل / كم	١٣٠٠ – ١٥٠٠	٤٠٠٠٠ – ٤٥٠٠٠
	عدد الأيام التدريبية	٦ – ٧	٣٠٠ – ٣٤٠
	عدد الوحدات التدريبية	١٢ – ١٨	٥٠٠ – ٥٥٠



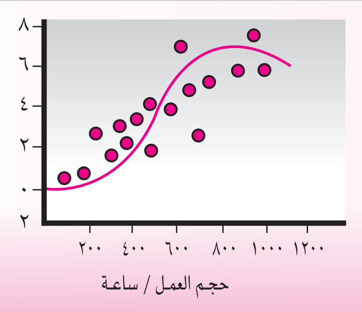
إن عملية انتخاب العلاقة الصحيحة لعمل تدريبي على مدار السنة ذي اتجاه بأرجحية مختلفة يؤثر كثيرًا على فاعلية العملية التدريبية. ولنوضح ذلك في مثال علاقة عمل ذي اتجاه هوائي ولا هوائي في الشكل (٢٢) الذي يمثل العلاقة بين حجم عمل هوائي والاتجاه نفذته مجموعة رياضيين متقدمين عدد ٣٦ عداءً في المسافات المتوسطة والطويلة على مدى سنة كاملة لمعرفة التغير الذي يطرأ على الاستهلاك الأقصى للأوكسجين. ويبدو من المنحنى أنه بمضاعفة حجم العمل يزداد مستوى القيمة العظمى لـ $VO_2\ Max$. ولكن حينما يبلغ حجم العمل ٨٠٠ ساعة في السنة فإن وتيرة القيمة العظمى لـ $VO_2\ Max$ تتباطأ بصورة حادة وعند الاستمرار بمضاعفة حجم العمل ستتوقف زيادة القيمة العظمى لـ $VO_2\ Max$. وبنفس الوقت عند مضاعفة حجم عمل هوائي الاتجاه يهبط مؤشر القيمة العظمى لـ O_2D الدين الأوكسجيني تعبر عن القدرة اللاهوائية القصوى للجسم (الشكل ٢٣).

الشكل (٢٢) علاقة زيادة قيمة الاستهلاك الأعظم للأوكسجين بحجم العمل التدريبي ذي الاتجاه الهوائي المنفذ خلال عام كامل



محور الصادات ـ زيادة قيمة الاستهلاك الأعظم للأوكسجين.
محور السينات ـ حجم العمل التدريبي المنفذ.

الشكل (٢٣) تغير مؤشر زيادة قيمة الدين الأوكسيجيني الأعظم استنادا إلى تغير حجم العمل التدريبي الهوائي المنفذ خلال عام كامل



محور الصادات ـ زيادة قيمة الاستهلاك الأعظم للأوكسجين.
محور السينات ـ حجم العمل التدريبي المنفذ.

فعندما تبرز الحالة الآتية: انتخاب العلاقة المثلى للعمل ذي الاتجاه بأفضلية مختلفة على مدار السنة لبلوغ أعلى زيادة في النتيجة الرياضية. وهنا ينبغي أن يؤخذ بعين الاعتبار تخصص الرياضي ومستوى إعداده والإمكانيات الذاتية، فمثلاً يكون بمقدور الرياضي الذي يمتلك مستوى عالي للإنتاجية الهوائية التي أحدثتها تدريبات سابقة أو يولي اهتماماً خاصاً للعمل ذي الطبيعة اللاهوائية فهناك عداءون متقدمون في ركض المسافات القصيرة والمتوسطة وسباحون لمسافة ١٠٠ م، ٢٠٠م تبلغ القيمة العظمى لـ $VO_2\ Max$ لديهم مع عدم زيادة الحجم الإجمالي الكبير للعمل خلال السنة ٥,٥ - ٦ لتر وبالطبع فإن مثل هؤلاء الرياضيين ليسوا بحاجة للتخطيط لحجم كبير لعمل ذي اتجاه هوائي. أما الجانب الأساسي للتدريب فيوجه نحو تطوير الصفات ذات العمل القصير ومضاعفة الإمكانات اللاهوائية واقتصادية العمل وغير ذلك، وتستند علاقة العمل على مدار السنة لاتجاهات مختلفة الأفضلية بدرجة كبيرة إلى خصوصية نوع الرياضة وطول مسافة السباق، ويصعب وضع برامج محددة بدقة متناهية في هذا الموضوع، إذ أن التطبيق العملي يواجه معالجات مختلفة جدًا وآنية. ولكننا سنتحدد فقط بالإرشادات خاصة بالخطة العامة وتترك ما يفرزه التطبيق والحالات الخاصة إلى المدربين والقادة الميدانيين، فمثلاً في فقرات البرنامج التي ترتبط بنمو التحمل عند التزويد المختلط بالطاقة (هوائي - لا هوائي) فإن حجم العمل ذي الاتجاه الهوائي يشكل ٥٠ - ٦٠ ٪ من الحجم السنوي العام والاتجاه الهوائي - اللاهوائي يشكل ٣٠ - ٤٠ ٪ وذي الاتجاه اللاهوائي (التحللي) يشكل ٥ - ١٠ ٪ وذي الاتجاه (الحامضي) يشكل ٢ - ٤٪ وتقسم عملية إعداد الرياضيين المتخصصين في الركض القصير والمسابقات القصيرة للدراجات الهوائية بنسبة العمل العالية ذي اتجاه لا هوائي (حامضي) والتي تضاعفت في السنوات الأخيرة بدرجة كبيرة. وفي ذات الوقت فإن حجم العمل ذي الطبيعة الهوائية، والهوائية - اللاهوائية لدى عدائي المسافات القصيرة يمكن أن يقل بعض الشيء مقارنة بالنسبة التي سبقت. ويصاحب مضاعفة طول السباق مضاعفة تدريجية في الحجم الإجمالي للعمل في تدريب ذي طبيعة هوائية - لا هوائية وتشير بيانات تجربة عدد من الرياضيين من السباحين إلى العلاقة على مدار السنة من العمل باتجاه بأفضلية مختلفة (جدول ١٢).

جدول رقم (١٢)
علاقة العمل ذي الاتجاه بأرجحية مختلفة في الدورة الصغيرة للعملية التدريبية لسباحين متقدمين
(كنسبة مئوية من الحجم الاجمالي للعمل)

المسافة / م	الهوائية	هوائية - لا هوائية	لا هوائية - لا أسيدية	لا هوائية- أسيدية	استعادةبطيئة
١٠٠,٢٠٠م	٣٠ - ٣٥	٢٥ - ٣٠	٢ - ٥	٧ -١٠	١٥ - ٢٠
٤٠٠م	٣٠ - ٣٥	٣٥ - ٤٠	٢ - ٤	٥ - ١٠	١٥ - ٢٠
٨٠٠,١٥٠٠م	٤٠ - ٤٥	٣٥ - ٤٠	١ - ٢	٣ - ٦	١٠ - ١٥

إن مضاعفة طول مسافة السباق تقود إلى مضاعفة حجم العمل ذي الاتجاه الهوائي وتقليص حجم العمل الذي يساهم في مضاعفة إمكانيات المصادر اللاهوائية – الحامضية وغير حامضية (لاكتك – اللاكتك). أن مضاعفة حصة العمل ذي الطبيعة القصيرة ضمن الحجم العام للسباحة عند إعداد الرياضيين للمسافات القصيرة يصاحب بمضاعفة نسبة السباحة ذات الكثافة المنخفضة (الاستعادة).

إن علاقات العمل في الفترات المختلفة للدائرة التدريبية الصغيرة تتغير بصورة ملحوظة جدًا فعند المرحلة الأولى لدائرة الإعداد يكون حجم العمل ذي الطبيعة الهوائية كبيرًا . ومن ثم يتضاعف تدريجيًا حجم العمل الهوائي – اللاهوائي يليه اللاهوائي التحللي. وتستخدم التدريبات الموجهة لاكتمال الإمكانات اللاهوائية التحليلية بصورة أوسع في الشطر الثاني من فترات الإعداد والمنافسات.

وهنا لا يمكن تجاهل التصور الخاطئ لدى العديد من المدربين حول ضرورة وضع قاعدة هوائية متينة عند الرياضيين وبشكل متواصل على مدى بضعة شهور للمرحلة الأولى في دائرة الإعداد وغالبًا ما يؤدي ذلك التطبيق إلى قيام الرياضي يوميًا من تنفيذ حجم كبير جدًا من العمل ذي طبيعة هوائية، وباعتقاد خبراء متخصصين أن هذا العمل يعد خطرًا بظهور عدد من المتغيرات المرضية للأجهزة الداخلية.

ونتيجة لمضاعفة الحجم العام للعمل ذي الاتجاه الهوائي الذي ينفذ بصورة متوسطة متواصلة على مدى فترة طويلة في أوساط رياضية متخصصة وفي الأنواع الدورية للرياضة. فقد تضاعف بصورة كبيرة جدًا عدد الأشخاص المصابين بتوتر شديد في عضلة القلب.

إن هبوط القدرة الوظيفية لعضلة القلب تسبب وبدون أدنى شك حالة التضخم المرضي ويؤدي إلى استهلاك عضلة القلب ولا يحدث ذلك لو أن التضخم كان متقطعًا وهو ما يلاحظ عندما ينظم بصورة جيدة، ولكن ضعف وضيق القلب في الأنواع الرياضية الدورية أكثر مما يحدث في الأنواع الرياضية التي يظهر فيها التحمل.

إن مقارنة ردور الفعل السلبية للأعضاء الداخلية المختلة إزاء التدريب في أنواع رياضية مختلفة يشير إلى أن التغيرات المرضية الأولية والمرضية المشار إليها تكون عادة من سمات الرياضيين المتخصصين في الأنواع الدورية من الرياضة، فمثلاً إذا بلغت نسبة الالتهاب المرضي والوعكة الكبدية المؤلمة عند الرباعين ٢ – ٤٪ وعند راكبي الدراجات والعدائين ٩ – ١٢ ٪ فهنا يمكن حسابها على أساس الظواهر السلبية وتعد نتائج التدريب غير مثمرة.

إن تحليل تجارب عديدة لأعداد كبيرة من الرياضيين المتقدمين المتخصصين في سباحة مسافة ١٠٠ متر والركض لمسافة ٢٠٠، ٤٠٠ متر تشير إلى أنهم ينفذون حجم عمل كبير

نسبيًا وفق المعايير الحديثة ولكن الجزء الأكبر من هذا العمل يلائم بمواصفاته الحركية والحسية خصوصية نشاط المنافسات.

إن مضاعفة الحجم الكبير للعمل ذي الاتجاه الهوائي غالبًا ما ينتهي بالفشل ليس فقط لأفراد من الرياضيين وإنما للفريق بأكمله، فمثلاً في الزيادة الحادة للحجم الإجمالي للعمل عند أقوى السباحين قادت إلى نجاحات كبيرة وحقق عدد منهم نتائج متقدمة في بطولات عالمية ولكن هذه النتائج اقتصرت بالدرجة الأساس على سباحي المسافات المتوسطة والطويلة أو المجموعة من الرياضيين الذين لم يحجب مضاعفتهم الحجم الإجمالي اداءهم للعمل الموجه المثمر تجاه تنمية صفات الفعاليات القصيرة وفن السرعة والقوة الخاصة (سباحة ١٠٠ متر، ٢٠٠ متر للنساء، ٢٠٠ متر سباحة متنوعة للرجال) وفي تلك الحالات حيث كانت مضاعفة الحجم الإجمالي للعمل هو الهدف الذاتي مما ولدت الحاق ضرر في العمل التخصصي فإن التقدم في التدريب ليس الوحيد الذي لم يؤشر وإنما لوحظ أن هناك مؤشر لانخفاض النتائج في حالات عديدة، فمثلاً هناك عدد من سباحي المسافات القصيرة من الجيدين في سباحة ١٠٠ متر (سباحة حرة) لم يتمكنوا لفترة طويلة من الوصول إلى مستويات متقدمة.

إن الأساس الفسلجي الذي يحدد في بداية السنة ويؤدي بالعديد من المدربين إلى خلق تطلع لديهم بمضاعفة الإمكانات الهوائية قبل كل شيء ينبغي أن ينظر إليه كحالة خاصة تتعلق بنوع النشاط الممارس، فإذا كان ما يتطلب من إعداد الرياضيين من استمرارية في العمل عند تخصصهم في فعاليات معينة له ما يبرره فإنه في حالة إعداد رياضيين متخصصين لمسافة ١٠٠ – ٤٠٠ متر عدو وسباحين ١٠٠ – ٢٠٠ متر ومتسابقى دراجات لمسافة ١٠٠٠ متر لابد وأن يكون هناك طريق مغاير فى الإعداد فينبغي أن يضع فى الأساس ضرورة الإعداد ذي جوانب متعددة تتطلب تنمية تلك الصفات والمزايا بالدرجة الأولى التى تؤثر بصورة مباشرة على نتيجة تلك الفقرة من البرنامج الذي يتخصص فيها الرياضى.

برنامج المنافسات وتأثيره في العملية التدريبية

من السمات الأساسية للتدريب الرياضى الحديث هو التوسع فى النشاط فترة المنافسات فإنها تلعب دورًا أساسيًا فى استثارة عمليات التكيف لدى رياضيى المستويات المتقدمة حيث تكمن فعاليات هذه الفترة من تجنيد أعلى قدر من إمكانات الرياضي الوظيفية مقارنة بأى برنامج آخر، فخلال المنافسات وحدها يستطيع الرياضى الوصول من الارتفاع بقدراته الوظيفية وينفذ العمل المطلوب الذي ليس بمقدوره تنفيذه خلال الوحدات التدريبية، وتستعرض عدد من الدراسات هذه الحقيقة بصورة واضحة فحسب البيانات الواردة. إن النتائج التي أظهرها راكبو الدراجات من المراتب المتقدمة في السباقات الرسمية كانت قد تجاوزت بنسبة عالية النتائج التى حصل عليها نفس المتسابقين فى المباريات التجريبية

(التدريبية) وكان التباين شديدًا، كما أن أحسن نتائج حققها اللاعبون في السباقات كانت تصحبها ازاحات أكثر وضوحًا في نشاط الأجهزة. ففي مقارنة منحنى النبض فقد بلغ تردد التقلصات القلبية لدى راكبي الدراجات خلال عملية المنافسات كان أكبر مما عليه طيلة فترة العمل في الممارسات التدريبية - الرقابية أثناء تنفيذ الوحدات التدريبية. وعند محاولة معرفة تردد التقلصات أثناء اجتياز المسافة في ظروف الاختبار وجدت أنها أقل قيمة وسجلت ظروف المنافسات أكبر إزاحة لا هوائية بحيث كلما كان ترتيبها أعلى كلما كانت قيمة الدين الأوكسجيني العام لدى راكبي الدراجات أكبر وقد كان معدل الفرق في قيمة الدين الأوكسجيني العام يساوي ٢,٩٢ ل/ى - ٢٨,٥٪) ويصل في حالات فردية إلى ٤,٠ لتر أي بنسبة (٣٦,٤٪) وتجاوزت قيمة الدين الأوكسجيني غير الحامضي في ظروف المنافسات البيانات المتناظرة التي تم الحصول عليها في الممارسات التدريبية الـ ٠,٥ لتر (١٤,٣ ٪)، أما أكبر فرق كان قد لوحظ في قيمة القسم الحامضي للدين الأوكسجيني فقد كان ٢,٤٣ لتر أي (٣٤,٩ ٪) كما أن مستوى الإزاحات اللاهوائية للممارسات التدريبية التجريبية فقد كان بدوره أكبر مما هو عليه في ظروف الاختيار، فبالنسبة لمؤشرات الدين الأوكسجيني العام بمقدار ٤٢,٦ ٪ والمؤشرات غير الحامضية بمقدار ٣٠,١ ٪ والحامضية بمقدار ٠,٣١ ٪.

وعند الأخذ بعين الاعتبار الدور التدريبي العالي للإعداد التنافسي للرياضيين من المستويات المتقدمة في أنواع الرياضة الفردية (سباق الدراجات) فإن المدربين غالبًا ما يسعون إلى تنظيم القسم الأكبر من التدريب المنخفض بشكل سلسلة من الممارسات التي تنفذ في ظروف مختلفة وقاد ذلك إلى أن يكون إعداد الكثيرين من راكبي الدراجات المتقدمين في العالم يتطلب عدد كبير جدًا من أيام المنافسات في السنة لغاية ١٠٠ - ١٥٠.

ولعل أحد الشروط الأساسية في نجاح التخطيط للمنافسات خلال العام هو تفاضلها الدقيق وفق درجة المسؤولية ودورها وموقعها من عملية الإعداد. وأعطى هذا الموضوع اهتمامًا كبيرًا في الأدب المتخصص في التدريب الرياضي وعند الرجوع إلى تلك الدراسات المتخصصة يمكن تمييز ثلاثة مستويات للمنافسة: التدريبية، الموصلة (الرقابية) والمرحلية (أساسية) ويحدد مستوى المنافسات بمقدار كبير درجة تعبئة الجهود الوظيفية للرياضي، أن أكبر تأثير على جسم الرياضي تظهره المنافسات الموسمية الأساسية أو دوائر صغيرة فردية والنتيجة في المنافسات التدريبية التي عادة ما تنظم مرة واحدة كل ١ - ٢ أسبوع تقل عادة عن الرقم القياسي بنسبة ٤ - ٧ ٪ أما في التدريبات الرقابية فتقل بمقدار ٢,٥ - ٣٪.

وينبغي ألا يكون عدد المنافسات الأساسية كبيرًا وهو يتراوح عادة بين ١ - ٤ منافسات استنادًا إلى خصوصية نوع الرياضة ومستوى إعداد الرياضي خلال السنة، وينبغي أن يساعد توزيع المنافسات الرياضية في الحفاظ على الوضع الأساسي لبناء التدريب الرياضي واستثمار استخدام النمو الصحيح للياقة البدنية. وعندما يكون عدد المنافسات الأساسية

أكبر من الاعتيادي فإن محاولة إظهار نتائج جيدة في منافسات الدرجة الثانية يصعب تحقيق تخطيطية في العملية التدريبية أو الاستخدام الكامل لإمكانية التدريب الرياضي الحديث للإعداد للمنافسات الرئيسية.

عند التخطيط للمنافسات من الضروري الأخذ بعين الاعتبار أولاً توزيعها المنتظم نسبيًا خلال السنة وفق مستوياتها ومناهج التدريب المتخصص في هذه المرحلة أو تلك، وثانيًا التركيز المحدد للممارسات في النصف الثاني لدائرة الإعداد وفي بداية دائرة المنافسات.

إن التوزيع المنتظم للممارسات خلال السنة يؤثر إيجابيًا على نوعية العملية التدريبية لأنه يساعد على مدار العام من استخدام أحمال تدريبية تناسب خصوصية النشاط التنافسي وكمثال على ذلك ملاحظة الجدول رقم (١٣) لوصف النشاط التنافسي لعدد من العدائين.

جدول رقم (١٣)
ديناميكية المساهمة في السباقات لأفضل عدائي العالم
وروسيا الاتحادية (١٩٩١ - ١٩٩٨)

المجموعة	الأشهر					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
عداؤو العالم ٢٧ شخص	١,١ ± ٠,٥٠	١,٧ ± ٠,٣٤	١,٤ ± ٠,٢٤	٠,٩ ± ٠,١٩	٢,٢ ± ٠,٢٩	٣,٩ ± ٠,٣٩
عداؤو روسيا ٢٤ شخص	٠,٧ ± ٠,٢٦	٢,٦ ± ٠,١٦	١,٥ ± ٠,١٦	١,١ ± ٠,١٦	٣,٥ ± ٠,٤٨	٤,١ ± ٠,٣٧

المجموعة	الأشهر					
	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
عداؤو العالم ٢٧ شخص	١,٤ ± ٠,٤٩	٣,٥ ± ٠,٤٤	٤,٥ ± ٠,٦٨	١,٦ ± ٠,٣٤	٠,٤ ± ٠,١٤	٠,٥ ± ٠,١٩
عداؤو روسيا ٢٤ شخص	٤,١ ± ٠,٣٧	٤,١ ± ٠,٤٨	٢,٦ ± ٠,٣٧	١,٤ ± ٠,٤٨	—	—

وإضافة للتخطيط المنتظم للمنافسات على مدار السنة فمن الضروري الأخذ بنظر الاعتبار تركيزها في مراحل الإعداد لأشد التخصصات كثافة وفي هذا الوقت لا يستجيب جسم الرياضيين المتدربين بصورة كافية إزاء الوسائل التقليدية، لذا يعتبر تطبيق الأسلوب التنافسي الواسع دفعة إضافية لتنشيط العمليات التكيفية، وهكذا فمثلاً يقترح أن يكون عدد الممارسات التنافسية في البرنامج التنافسي لدى السباحين من المراكز المتقدمة في بعض الأشهر ٢٠ ممارسة وأكثر وهو يتجاوز تقريبًا ضعف المستوى نصف الشهري. ولقد كانت الممارسات التنافسية لعدد من السباحين المتقدمين خلال ١٥ - ٢٠ يوم في منافسات مختلفة بمعدل ١٤ - ١٦ مرة، وقد تحققت الأرقام القياسية العالمية في سلسلة السباقات الختامية، أما راكبو الدراجات المتقدمين من أبطال العالم غالبًا ما يشاركون قبل ٥ - ٧ أيام من بدء المنافسات الرسمية في سباقات دولية كبرى بمشاركين أقوياء جدًا، وأثناء الاستراحة اللاحقة الإيجابية وفي الأيام الأخيرة التي تسبق السباقات الرسمية غالبًا ما يساعد هذا على بلوغ أعلى النتائج.

التخطيط المستقبلي (متعدد السنوات) في التدريب الرياضي

عند التخطيط للتدريب الرياضي على مدى سنين طويلة ينبغي الانطلاق من العوامل الآتية: متوسط عدد سنوات تنظيم وتخطيط العملية التدريبية اللازمة لبلوغ أعلى مهارة رياضية في هذا الضرب من الرياضة أو في فترات منفردة من مناهجها:

- العمر الذي عادة ما يتم فيه بلوغ أعلى نتيجة رياضية.
- مستوى الإعداد والموهبة الذاتية للرياضي.
- العمر الذي بدأ عنده التدريب التخصصي.

وفي هذا المجال يتخذ التحديد الأمثل والدقيق لتحقيق أفضل النتائج اهتمامًا كبيرًا ويوصي عدد من الباحثين عند التخطيط لإعداد الرياضيين من ذوي المستويات المتقدمة التفريق بين المراحل العمرية الإنجازية:

(١) النجاحات الأولى التي يحققها الرياضيون المنخرطون في البرنامج.

(٢) الإمكانات المثلى.

(٣) الحفاظ على النتائج الجيدة التي حققوها.

إن مثل هذا التصنيف يساعد في وضع منهجية للعملية التدريبية تتماشى مع عمر الرياضي ويظهر فترة التدريب الأمثل أو التدريب الأكثر شدة في مرحلة الإعداد لغرض بلوغ الإنجازات العالية، ويبين الجدول (١٤) الحدود العمرية للمناطق المشار إليها في الركض لمسافات مختلفة.

جدول رقم (١٤)
الحدود العمرية لمناطق الإنجازات الرياضية في العدو والجري

المسافة متر	العمــــرسنــــة					
	النجاحات الكبيرة الأولى		الإمكانات المثلى		الحفاظ على النتائج العالية	
	الرجال	النساء	الرجال	النساء	الرجال	النساء
١٠٠	١٩ – ٢١	١٧ – ١٩	٢٢ – ٢٤	٢٠ – ٢٢	٢٥ – ٢٦	٢٣ – ٢٥
٢٠٠	١٩ – ٢١	١٧ – ١٩	٢٢ – ٢٤	٢٠ – ٢٢	٢٥ – ٢٦	٢٣ – ٢٥
٤٠٠	٢٢ – ٢٣	٢٠ – ٢١	٢٤ – ٢٦	٢٢ – ٢٤	٢٧ – ٢٨	٢٥ – ٢٦
٨٠٠	٢٣ – ٢٤	٢٠ – ٢١	٢٥ – ٢٧	٢٢ – ٢٥	٢٧ – ٢٨	٢٦ – ٢٧
١٥٠٠	٢٣ – ٢٤	٢٢ – ٢٤	٢٥ – ٢٧	٢٥ – ٢٦	٢٩ – ٣٠	٢٧ – ٢٨
٥٠٠٠	٢٤ – ٢٥		٢٦ – ٢٨		٢٩ – ٣٠	
١٠٠٠٠	٢٥ – ٢٦		٢٧ – ٣٠		٣١ – ٣٥	

وتعتمد الحدود العمرية للإنجازات الرياضية كثيرًا على نوع الرياضة، وقد أظهرت الدراسات التخصصية لهذا الموضوع إمكانية تحديد مناطق عمرية مشابهة في السباحة والتي تختلف كثيرًا في مواصفاتها عن الركض (جدول رقم ١٥).

جدول رقم (١٥)
الحدود العمرية لمناطق الإنجازات الرياضية في السباحة

المسافة متر	العمــــرسنــــة					
	النجاحات الكبيرة الأولى		الإمكانات المثلى		الحفاظ على النتائج العالية	
	الرجال	النساء	الرجال	النساء	الرجال	النساء
١٠٠	١٧ – ١٨	١٥ – ١٦	٢٠ – ٢٢	١٧ – ١٩		
٢٠٠	١٧ – ١٨	١٤ – ١٦	١٩ – ٢١	١٧ – ١٩		
٤٠٠	١٦ – ١٧	١٤ – ١٥	١٨ – ١٩	١٦ – ١٧		
٨٠٠	——	١٣ – ١٤	——	١٥ – ١٧		
١٥٠٠	١٥ – ١٦	——	١٧ – ١٩	——		

وقد لوحظت النجاحات الكبيرة الأولى عند الرجال في التجديف لرياضة الزوارق والدراجات (سباقات للمجموعات والسباق الفرقي وسباق التتابع، في عمر ١٨ – ٢٠ سنة، وتتراوح منطقة الإمكانيات المثلى في هذا النوع من الرياضة في مجال ٢١ – ٢٥ سنة أما أعلى النتائج في سباق الدراجات للمسافات القصيرة فتأتي في المستوى الأخير.

نعم هنالك بعض الاستثناءات ولكنها لا تشكل أكثر من ١٠ – ١٥ ٪ من العدد الإجمالي للحالات فمثلاً أظهر تحليل البيانات العمرية للسباحين الحاصلين على جوائز أولمبية وعالمية أن ٨٧ ٪ من النساء كن في الفئة العمرية ١٥ – ٢٠ سنة، و ٨٥ ٪ من الرجال ضمن الفئة العمرية ١٧ – ٢٢ سنة.

إن الحدود العمرية المثلى لبلوغ أفضل النتائج في النوع المعين من الرياضة تعتبر قيمة ثابتة تمامًا، فمثلاً أن متوسط عمر السباحين الذين يشاركون في الأدوار النهائية لأكثر المسابقات في السنوات الأخيرة للبطولات الأولمبية والعالمية يتراوح بين ١٧,٢ – ١٧,٦ سنة عند النساء و ١٩,٤ – ٢٠ سنة لدى الرجال بحيث أن هذه التغيرات في المنافسات المختلفة حملت طابعًا يسوده التذبذب البسيط ولحالات مفاجئة.

وتشير تجربة إعداد الأعداد الكبيرة من الرياضيين الفتيان بصورة قاطعة إلى أن لجوء المدربين لبلوغ نتائج متقدمة على حساب التدريب المتخصص المكثف في عمر الفتى، عادة لا يساعد في الوصول إلى النتائج العملية بل يقود إلى زيادة التعب البدني والنفسي لإمكانات الرياضي إضافة إلى نتائج سيئة أخرى، وفي نهاية المطاف إلى خروج الرياضي من المنافسات الكبيرة لذا لا يمكن في هذا الصدد إغفال حقيقة تدريبية هي أن ما تتسم به السنوات الأخيرة للعملية التدريبية هو أن التكثيف الشديد ومضاعفة التنافس في المباريات الكبيرة إضافة للزيادة السريعة في النتائج الرياضية سجلت بعدها تقلص فترة مساهمة الرياضيين في المستويات العالية. فإذا كانت الأعوام السابقة شهدت العديد من الرياضيين المتخصصين في السباحة قد ساهموا بنجاح في المستويات العالية جدًا لفترة ٥ – ١٠ سنوات فإن السنوات الحالية قلما تشهد سباحًا يستمر في إنجازه العالمي لفترة تزيد عن ٤ سنوات أما السمعة السريعة لبعض الأبطال الدوليين والأولمبيين فكثيرًا ما تنتهي عمليًا في سنة واحدة.

إن سعي عدد من الخبراء لتبرير عملية تحويل تدريب الشبان الفتيان عن طريق التركيز هي الأخرى لا تلقي الاستحسان المطلوب فإن انتشار هذه الظاهرة هي أولاً غير واسعة كما يعتقد بعض الخبراء. وثانيًا إن التركيز في الفترة الأخيرة أخذ ينظر إليه كعامل سلبي. ولكن الاسترشاد بالحدود العمرية المثلى لبلوغ أعلى النتائج فهو على العموم صحيحاً لأغلب الرياضيين، وهو غالبًا ما لا يمكن استخدامه بالنسبة لرياضيين متقدمين كأفراد من ذوي الإمكانات الشخصية الباهرة.

إن تقدم العمر لهؤلاء الرياضيين وعمليات التكيف التي تنشأ في أجسامهم تحت تأثير التدريب التخصصي يتطلب تخطيط لعدة سنوات مع التقلص الملحوظ في فترة الإعداد من أجل بلوغ أفضل النتائج.

إن الموهبة الحركية والتغير الحاد في الأنظمة الوظيفية والنمط الشخصي للنمو تساعد هؤلاء الرياضيين وبدون خرق للقواعد الأساسية للتخطيط الفعال نحو تحقيق التقدم السريع وبلوغ النتائج المتقدمة بفترة تسبق الحدود العمرية المثلى بـ ١ – ٣ سنة.

والموضوع الثاني والمهم جدًا يتعلق بتحديد الزمن اللازم لبلوغ أعلى النتائج الرياضية. وهنا يمكن أن تحدد فواصل زمنية ضرورية لبلوغ أعلى درجة من الإنجاز والمحافظة على الإنجازات الرياضية العالية وفي أغلب الفعاليات الرياضية فإن النجاحات الكبيرة الأولى عند التنظيم المثمر للتدريب الرياضي تأتي عادة بعد ٥ – ٦ سنوات من بداية التدريب. أما أعظم النتائج فبمقدور الرياضيين أن يبلغوها بعد مضي ٧ – ١٠ سنوات، كما أن أعلى نتائج في سباقات الدراجات القصيرة وفي الركض الطويل والماراثون فعادة ما تتحقق متأخرة بنسبة إلى ثلاث سنوات، أما فيما يتعلق باستمرارية الفترة التي يمكن من خلالها المحافظة على الإنجازات الرياضية العالية فإنها تتحدد بدرجة كبيرة في ضوء خصوصية نوع الرياضة، فعلى سبيل المثال إذا كانت هذه الفترة في سباق المسافات الطويلة وسباق الدراجات القصير غالبًا ما تستمر إلى ٦ – ٨ سنوات وأطوال فإنها قلما تتجاوز ٢ – ٤ سنوات في السباحة.

ويمكن تقسيم التدريب الرياضي الممتد لسنوات طويلة إلى المراحل الآتية :

- **مرحلة الإعداد الأساسي الأولي.**
- **الإعداد الأساسي المتخصص.**
- **الارتفاع القصوي بالإمكانات الذاتية للرياضي.**

ويبين الجدول رقم (١٦) الاستمرارية التقريبية للمراحل المشار إليها في الأنواع الرياضية الدورية، وكما يبدو فإن المراحل العمرية واستمرارية مراحل فردية تتراوح في الأنواع الرياضية المختلفة وكذلك في الفقرات الفردية للبرنامج إضافة إلى كونها متباينة بين الرجال والنساء.

ولابد من الإشارة إلى عدم وجود تواصل واضح بين المراحل المشار إليها لتدريب السنوات المتعددة وان استمراريتها تتعرض للتغير بمقدار محدود وذلك نتيجة الإمكانات الفردية والفروق بين الرياضيين إضافة إلى خواص العملية التدريبية وما يطرأ عليها، كما أنه لا توجد فروقات واضحة في منهجية الإعداد الأساسي الأولي وفي الجزء الأول لمرحلة الإعداد الأساسي التخصصي تتشابه فيما بينها سواء كان ذلك في طريقة صياغة المفردة أو في حجم وعلاقة الوسائل التدريبية.

جدول رقم (١٦)

الاستمرارية التقريبية (في السنوات) لمراحل مختلفة من التدريب متعدد السنوات

نــوع الرياضــة	درجة الإعداد القاعدي الأولي		مرحلة الإعداد القاعدي التخصصي		مرحلة الإنجازات		مرحلة الحفاظ على الإنجازات	
	الرجال	النساء	الرجال	النساء	الرجال	النساء	الرجال	النساء
الجري لمسافات متوسطة	١٣ – ١٥	١٣ – ١٥	١٦ – ٢٠	١٦ – ١٩	٢١ – ٢٥	٢٠ – ٢٣	٢٦ – ٢٩	٢٤ – ٢٨
الجري لمسافات طويلة	١٣ – ١٦	–	١٧ – ٢١	–	٢٠ – ٢٣	–	٢٤ – ٢٧	–
الدراجات (طرق خارجية)	١٣ – ١٦	–	١٧ – ١٩	–	٢٠ – ٢٣	–	٢٤ – ٢٧	–
الدراجات (تتابع في طرق داخلية)	١٣ – ١٦	–	١٧ – ١٩	–	٢٠ – ٢٣	–	٢٤ – ٢٧	–
التجديف	١٣ – ١٦	١٤ – ١٥	١٧ – ٢٠	١٦ – ١٨	٢١ – ٢٤	١٩ – ٢٢	٢٥ – ٢٨	٢٣ – ٢٦
السباحة ١٠٠ ، ٢٠٠ م	١١ – ١٢	١٠ – ١٢	١٣ – ١٧	١٢ – ١٥	١٩ – ٢٢	١٧ – ١٩	٢٣ – ٢٥	٢٠ – ٢٢
السباحة ٤٠٠، ٨٠٠، ١٥٠٠م	١١ – ١٢	١٠ – ١٢	١٣ – ١٥	١٢ – ١٤	١٧ – ١٩	١٥ – ١٧	٢٠ – ٢٢	١٧ – ١٩

مرحلة الإعداد الأساسي الأولي

إن الواجبات الأساسية للتدريب في هذه المرحلة هو تنمية الإمكانات البدنية للجسم وتعزيز صحة الرياضيين الفتيان وإزالة النواقص التي تعترض نموهم وإعدادهم البدني وتكوين حصانة آلية متنوعة، قادرة على استيعاب العادات الحركية المتنوعة بما في ذلك ما ينسجم وخصوصية النشاط سواء بمقدار كبير أو صغير والذي يمكن أن تنتخب كمادة تدريبية لخدمة التخصص، ويولي توليد اهتمام الرياضيين الدائم بالتدريب اهتمامًا خاصًا ولسنوات عديدة.

لقد أظهرت عدد من الأبحاث أن الإعداد المتنوع في هذه المرحلة وعندما يكون حجم التمارين التخصصية غير كبير نسبيًا أكثر ملاءمة للتكامل الرياضي اللاحق من التدريب التخصصي وفي نفس الوقت أن السعي لمضاعفة حجم تمارين الإعداد التخصصي سعيًا وراء تنفيذ المعايير لبلوغ درجات رياضية معينة في فقرات محددة من البرنامج للزيادة السريعة في النتائج من عمر الحدث ستؤثر فيما بعد بصورة سلبية حتمًا على نمو اللياقة البدنية.

وعند تنفيذ عمل باتجاه محدد في مرحلة الإعداد الأساسي الأولي، الذي عادة ما يشمل الفئة العمرية ١١ - ١٣ سنة فلابد أن تؤخذ بعين الاعتبار المزايا الحركية للأولاد بأعمار مختلفة أن التنمية الحركية الطبيعية الأكثر كثافة في الإمكانات تتخذ موقعها في المرحلة العمرية ٨ - ١٣ سنة ومن ثم تتباطأ بصورة حادة، وقد تتوقف بالكامل وهذا ما يفسر بقدر كبير ضرورة الإعداد متعدد الجوانب والذي يمتزج طبيعيًا مع سير التنمية للإمكانات البدنية أن الوتيرة الطبيعية لنمو الصفات البدنية تجعل من غير المفيد استخدام وسائل تدريبية ذات تأثير حاد.

إن التدريب في هذه المرحلة هو الحفاظ على اتجاه الإعداد العام ثم التخصصي التدريجي في الاتجاه الذي يتلاءم مع التطور في هذا النوع من الرياضة.

إن السمة الأساسية لديناميكية الحمل يتمثل في الزيادة الثانية التي تحقق مع كل دورة تدريبية كبيرة وخاصة عند نهاية المرحلة كما يتسم تركيب الدائرة الصغيرة باستمرارية الإعداد الطويلة من خلال التعبير عن المنافسات بوضوح.

مرحلة الإعداد الأساسي التخصصي (الإعداد الخاص)

يعتبر واجب هذه المرحلة تشكيل أسس للشد الكبير للتدريب في المرحلة التي تلي. والتحقيق الكامل للإمكانات الفردية، ففي بداية المرحلة يستمر الإعداد المساعد والإعداد الشامل باتخاذ موقع أساسي وتستمر تدريبات من أنواع رياضية مختلفة وبشكل واسع كما يستكمل فن التمارين المساعدة المتنوعة وتمارين الإعداد الخاص،

وتصبح مرحلة الإعداد في النصف الثاني منها أكثر تخصصًا، وهنا يتحدد عادة هدف التخصص الرياضي المقبل فمثلاً يتخصص راكبي الدراجات للمسافات القصيرة في البداية في السباقات الطويلة ومتسابقو الماراثون يتخصصون في البداية في سباقات المسافات القصيرة.

وتستخدم في هذه المرحلة بصورة واسعة وسائل تساعد على مضاعفة الجهد الوظيفي لجسم الإنسان، فهناك دراسة أظهرت أن تنمية المطاولة عند النساء قبل ١٥ - ١٧ سنة وفي الأنواع الدورية (باستثناء السباحة ينبغي أن تنفذ بوسائل متنوعة دون التركيز على نوع معين واحد ومن ثم يمكن بصورة تدريجية إدخال وحدات تخصصية موجهة نحو تنمية التحمل، أما الحمل ذو الاتجاه المعين فينبغي التخطيط له بين ١٨ - ٢٢ سنة في مرحلة التكامل القصوى للإمكانات الفردية.

مرحلة تكامل الإمكانات الفردية

إن بناء التدريب الرياضي في هذه المرحلة يتطلب بلوغ أعلى نتائج رياضية في مفردات البرامج المنتقاة لتعميق التخصص، وتتزايد بدرجة كبيرة حصة وسائل الإعداد المتخصص في الحجم الإجمالي للعمل التدريبي ويتضاعف البرنامج التنافسي بشكل حاد، والواجب الأساسي لهذه المرحلة هو بلوغ أعلى النتائج مع ضرورة الاستخدام الأقصى للمحفزات التدريبية والتي بواسطتها يمكن خلق حالة تسريع في عمليات التكيف، وتبلغ القيمة الإجمالية للحجم وشدة الأعمال التدريبية في أقصى حالة لها مع استخدام الوسائل التي تساعد على مضاعفة إمكانات السرعة والتحمل الخاص بشكل واسع كما يتخذ الإعداد النفسي موقعًا بالغ الأهمية في هذا المجال.

إن من أهم لحظات البناء في التدريب هو تأمين الظروف التي تطابق فيها دائرة التهيؤ (الإعداد) القصوى للرياضي فيما يتعلق ببلوغ أفضل النتائج الرياضية (مع دائرة الأحمال التدريبية الشديدة جدًا). ويمكن في مثل هذا التطابق الحصول على أفضل النتائج التي يستطيع الرياضي المعني بلوغها. وبخلاف ذلك فإنها ستضحى متواضعة وبشكل ملحوظ.

إن استمرارية وسمة الإعداد لتحقيق الإنجازات الرياضية تعتمد بدرجة كبيرة على المزايا التخصصية لتكوين المهارة الرياضية ليس فقط في الأنواع المختلفة من الرياضة وإنما في فقرات معينة من برنامج الفعالية الرياضية نفسها.

فمثلاً أظهرت بعض الدراسات في مجال السباحة وجود اختلاف واضح في إمكانيات بلوغ نتائج متقدمة عند الرجال والنساء حيث تمر عادة بطريق أقصر للوصول زمنًا لبلوغ نتائج عالية كما تلاحظ زيادة سريعة في النتائج الفردية ويبدو ذلك واضحًا في الجداول (١٧، ١٨، ١٩).

(أ) تعني الاشتراك في الأدوار النهائية .   (ب) تعني الحصول على الميداليات .

جدول رقم (١٧)

ممثلو الألعاب الأولمبية العشرين والواحد والعشرين ممن ساهم في الأدوار النهائية أو حصل على الميداليات ضمن قائمة أفضل ٣٠ سباحًا في العالم لفترة ١ – ٤ سنوات قبل بداية الألعاب

الجنس	مسافة السباق	السنوات التي سبقت الألعاب الأوليمبية							
		١		٢		٣		٤	
		أ	ب	أ	ب	أ	ب	أ	ب
الرجال	١٠٠، ٢٠٠	٨٥,٨	٩١,٧	٧٨,٨	٨٧,٥	٥٦,٣	٦٨,٦	٤٦,٩	٥٢,٣
	٤٠٠، ١٥٠٠	٧٧,٠	٩٤,٥	٥٢,٥	٧٧,٨	٣٧,٥	٥٥,٦	٢٢,٩	٣٣,٣
	جميع المسافات	٨٣,٤	٩٢,٥	٧١,٥	٨٤,٩	٥١,٢	٦٥,١	٤٠,٤	٤٧,١
النساء	١٠٠، ٢٠٠	٨٠,٥	٨٥,٣	٥٨,٦	٧٥,٠	٣١,٣	٤٨,٠	٢٢,٢	٣٧,٥
	٤٠٠، ٨٠٠	٧٣,٤	٨٣,٩	٥٢,٥	٧٣,٤	٢٧,١	٣٣,٠	١٦,٧	٢٢,٢
	جميع المسافات	٧٨,٦	٨٤,٩	٥٦,٩	٧٤,٦	٣٠,٢	٤٤,٠	٢٢,٢	٣٣,٣

جدول رقم (١٨)

متوسط العمر الذي حصل فيه المشاركون في الأدوار النهائية للألعاب الأولمبية العشرين والواحد والعشرين لأول مرة على نتائج رياضية عالية لأفضل سباحي العالم

مسافة السباحة	تأهيل اللاعب إلى الأدوار النهائية وانضمامه إلى قائمة أفضل ٥٠ سباح في العالم		متوسط الفترة الزمنية بداية من سنة الانضمام إلى قائمة أفضل ٥٠ سباح في العالم حتى الألعاب الأولمبية	
	رجال	نساء	رجال	نساء
١٠٠ متر سباحة حرة	١٧,٧ ± ٠,٢١	١٥,٦ ± ٠,٥٧	٣,٧ ± ٠,٤٦	٢,٤ ± ٠,٤٥
٢٠٠ م سباحة حرة	١٧,٧ ± ٠,٣١	١٥,١ ± ٠,٤٤	٣,٠ ± ٠,٤٢	١,٨ ± ٠,٣٩
٤٠٠ م سباحة حرة	١٦,٨ ± ٠,٣٢	١٤,٣ ± ٠,٢٨	١,٩ ± ٠,٢٦	١,٧ ± ٠,٤١
٨٠٠، ١٥٠٠ م سباحة حرة	١٥,٨ ± ٠,٣٨	١٣,٩ ± ٠,٢٢	٢,١ ± ٠,٤٥	٢,١ ± ٠,٣٨
١٠٠ م براس	١٦,٦ ± ٠,٢٤	١٦,١ ± ٠,٣٨	٣,٣ ± ٠,٤٨	٢,٧ ± ٠,٥٨
٢٠٠م براس	١٧,٠ ± ٠,٥٤	١٥,٦ ± ٠,٤٢	٤,٢ ± ٠,٦٠	٢,٨ ± ٠,٥٩
٢٠٠ م وترفلاي	١٧,٣ ± ٠,٤٣	١٥,٤ ± ٠,٣٠	٢,٨ ± ٠,٤١	٣,٠ ± ٠,٦٨
١٠٠ م على الظهر	١٦,٩ ± ٠,١٨	١٥,٠ ± ٠,٣٠	٢,٩ ± ٠,٥١	١,٨ ± ٠,٣٨
٢٠٠ م على الظهر	١٦,٥ ± ٠,٢٦	١٤,٤ ± ٠,٤٥	٢,٦ ± ٠,٤٣	٢,٣ ± ٠,٤٠
٤٠٠م سباحة متنوعة	١٦,٥ ± ٠,٤٠	١٤,٠ ± ٠,١٩	٣,٣ ± ٠,٦٤	٢,١ ± ٠,٣٧

جدول رقم (١٩)

تغير نتائج الأوائل في الألعاب الأولمبية العشرين والواحد والعشرين وبطولة العالم لسنتين سبقت السباق بالنسبة لمسافة ١٠٠م / ثا

الجنس	المسافة / م	أوائل الألعاب الأولمبية العشرين	أوائل الألعاب الأولمبية الواحد والعشرين	أوائل بطولة العالم
رجال	١٠٠، ٢٠٠	١,٨٩	١,٩٨	٠,٨٠
	٤٠٠، ١٥٠٠	٢,٣٢	٢,٦١	٢,٥٤
	جميع المسافات	٢,٠١	٢,١٥	١,٣٨
نساء	١٠٠، ٢٠٠	٢,٥٣	٤,٠٤	٢,٦٠
	٤٠٠، ٨٠٠	٢,٠٢	٤,٣٢	٣,٨٠
	جميع المسافات	٣,٢٠	٤,١٢	٢,٩٣

إن البيانات الواردة تساعد على اعتبار العمر الملائم عند النساء المتخصصات فى سباحة ١٠٠ متر و٢٠٠ متر سباحة حرة لبداية العمل مرتفع الشدة فى مرحلة الإعداد لإنجازات عالية هو ١٥ - ١٦ سنة أما عند النساء اللاواتى يتخصصن فى السباحة لمسافة ٤٠٠ متر، ٨٠٠ متر سباحة حرة فإن العمر المناسب هو ١٤ - ١٥ سنة. أما الرجال المتخصصون فى السباحة لمسافة١٠٠ متر و٢٠٠ متر فليس من المفيد بدء التدريب مرتفع الشدة الموجه قبل بلوغ عمر ١٧ - ١٨ سنة أما الرجال المتخصصون فى السباحة المنوعة فلا ينصح البدء قبل عمر ١٦ سنة.

إن أطول طريق فى مسيرة النتائج العالية نحو بلوغ قمة المهارة الرياضية هو الذى يقطعه الرجال فى سباحة البراص والدولفين ومن المتخصصين فى سباحة ١٠٠ متر و٢٠٠ متر سباحة حرة، أما أقصر طريق هو ما تقطعه النساء اللاواتى تخصصن فى السباحة على الظهر والسباحة لمسافة ٤٠٠ متر و٨٠٠ متر سباحة حرة وسباحة متنوعة.

مرحلة الحفاظ على الإنجاز (تثبيت الإنجاز)

إن التدريب فى هذه المرحلة هو أكثر مما كان عليه فى المرحلة السابقة فيما يتعلق بالحالة الفردية للرياضى ويمكن تعليل ذلك من خلال أولاً بسبب التجربة التدريبية الطويلة لإعداد الرياضى المعين والتى حددت وأوضحت مزاياه التدريبية وجوانب القوة والضعف لديه مع بيان الوسائل والطرق الأكثر فعالية وطرق التخطيط للأحمال التدريبية وغير ذلك. وهذا ما يعطى دون أدنى شك إمكانية مضاعفة التأثير ومستوى العملية التدريبية وعندئذ يمكن تثبيت مستوى الإنجازات الرياضية نتيجة لذلك. إضافة إلى المستوى العالى جداً للحمل فى المرحلة السابقة للتدريب متعدد السنوات فهو ليس فقط يسمح بمضاعفة الحمل وإنما يعقد عملية تثبيتها فى المستوى الذى تم بلوغه. ويتطلب هذا البحث عن احتياطى ذاتى لمضاعفة المهارة الذى من شأنه تحييد التغيرات العمرية السلبية.

ومما تتسم به هذه المرحلة من الإعداد هو السعى قدر الإمكان للحفاظ على المستوى الذى تم بلوغه سلفاً للإمكانات الوظيفية للأنظمة الأساسية للجسم لنفس الحجم التدريبى السابق أو يقل عنه فى بعض الشئ. وفى الوقت نفسه يعطى الاهتمام الكبير لاكتمال المهارة التقنية ومضاعفة الإعداد الوظيفى النفسى وإزالة النواقص الخاصة فى الإعداد الوظيفى. وتساهم مقدرة الرياضى الإدارية التى تعتمد على التجربة التنافسية كأحد الأمثلة للثبات بل وحتى انخفاض مستوى الإنجازات الرياضية فى هذه المرحلة.

ومن أجل الحفاظ على مستوى الإعداد الوظيفى يلجأ إلى تغيير وسائل وطرق التدريب واستخدام المجموعات التدريبية التى لم تستخدم مسبقاً والوسائل التدريبية الخاصة والوسائل غير المنخفضة ومحفزات الأداء وفاعلية أداء الفعاليات الحركية. وتساعد معالجة

هذه المسألة على التذبذب الملحوظ فى الحمل التدريبى فمثلاً فى ضوء الانخفاض الطفيف فى حجم العمل فى الدائرة الصغيرة فإن استخدام الدوائر الضاربة الصغيرة والمتوسطة تبدو فعالة والتى تتسم بحمل تدريبى عال جداً . إن مثل هذا الاستخدام يبدو فى عدد من الحالات مؤثراً حقيقياً لتنشيط عمليات التكيف.

الأحمال الأساسية لتكثيف التدريب

إن علاقة طرق مختلفة لتكثيف التدريب متعدد السنوات يرتبط بصورة وثيقة مع أنظمة التكيف إزاء النشاط العضلى العالى. فمن المعلوم إن تكييف الجسم فى عملية التدريب الرياضى يحمل طابعاً تخصصياً ويظهر مضاعفة إمكانات الأجهزة الوظيفية التى تسببها التغيرات فى مستويات الخلية والعضو والجسم. وهنا لابد من الأخذ بنظر الاعتبار أن التنظيم الثابت للتدريب عند التكيف لعمل عضلي معين يؤدي إلى أن يستجيب جسم الرياضى للمؤثرات المقترحة للفعاليات الدنيا . إن تنمية عملية التكيف تتباطأ بصورة حادة ويفضل ذلك فى كل عملية تدريب سنوية للدائرة الصغيرة للتدريب والذى من شأنه أن يحفز زيادة فعالية عمليات التكيف.

ومن الممكن فرز عدد من الطرق التى ينبغى أن تسير بموجبها العملية التدريبية وينسب ذلك إلى مضاعفة الحجم الإجمالي للعمل التدريبي عند التخطيط والذى ينفذ خلال السنة التدريبية أو الدائرة الصغيرة.

التخصص الرياضي الدقيق الذى يظهر فى الوقت المناسب والذى ينسجم مع الحدود الحاضرة لمرحلة الوصول لمستوى عال للإمكانات الفردية المضاعفة الثابتة من سنة لأخرى لعدد الوحدات التدريبية العامة وكذلك عدد الدوائر الصغيرة.

مضاعفة الدائرة الصغيرة فى عدد الوحدات ذات الأحمال الكبيرة المضاعفة فى العملية التدريبية وعدد الوحدات ذات الاتجاه الانتخابى (الفردي) الذى يسبب حشد كبير لإمكانات الجسم.

الاستخدام الواسع لأنظمة تدريب ذات شدة عالية تساعد فى زيادة التحمل الخاص وكذلك الاتساع فى تطبيق أسلوب المنافسات فى المراحل الختامية للتكامل الرياضي.

الإدخال التدريجي لوسائل إضافية تحفز كفاءة الأداء وتكثيف عمليات الاستعادة بعد أحمال عالية.

يتسم التدريب الرياضي الحديث لرياضيي المستويات العالية بقيم كبيرة لحجم وشدة العمل التدريبي وبتحمل أجسام الرياضيين أحمال كبيرة جداً وأن الوصول بالرياضيين إلى مواصفات عمل تدريبي لمرحلة الإعداد لغرض بلوغ الإنجازات الكبيرة ينبغى أن يتم

تدريجياً على مدى بضع سنوات. ولكن مما يؤسف له أن هذه الحقيقة كثيراً ما يجرى تجاهلها عند التطبيق والجهود التى يبذلها المدربون والإداريون فى الحصول على نتائج عالية بأى ثمن للرياضيين الفتيان ومعالجة المسائل والأمور الرياضية المتعلقة كيفما اتفق (تنفيذ القواعد التخصصية المساهمة فى منافسات الفتيان وغير ذلك) يؤدى إلى مساهمة الفتيان بأعمار ١١ - ١٣ سنة بصورة دائمة وغالباً ما يكون بضع مشاركات فى السنة فى منافسات يفترض أن يكون هناك إعداد خاص بها. إن مثل هذا التوجه خاطئ تماماً لأنه يؤدى إلى تأثير سلبى فى جسم الرياضى وببساطة يمكن القول أنه قبل فترة طويلة من بلوغ المرحلة العمرية المثلى لإظهار الرياضى أعلى النتائج يبدأ الرياضيون الفتيان بتقليد طريقة تدريب الرياضيين المتقدمين الأقوياء بما يتصف برنامجهم من وسائل وآليات ومستلزمات وطرق مختلفة تتناسب مع إمكاناتهم وغالباً ما يميل الفتيان لتنفيذ تلك الفعاليات أثناء التدريب فى مرحلة الإعداد وهم بطبيعة الحال غير مستعدين هيكلياً ووظيفياً لبلوغ نتائج بهذا المستوى الدولي حجماً كبيراً للعمل التدريبي ووحدتين - أو أربع وحدات فى اليوم وتخصص مكثف وغير ذلك من سمات برنامج المتقدمين وكحصيلة للتطور التدريبي ويلاحظ ظهور زيادة سريعة فى الإنجازات عند عمر الأحداث والفتيان. إذ ينفذ الرياضيون بفترة زمنية قصيرة القواعد التى يحتاجها بطل دولي ويحصلون على نجاحات محددة فى منافسات وطنية وإقليمية وأحياناً يحققون نجاحاً فى منافسات الفتيان على الصعيد الدولي. إضافة لذلك فإن نتائجهم لأسباب طبيعية جداً والتى ترتبط بالمزايا الهيكلية والوظيفية للجسم الفتيّ تكون بعيدة عن النتائج العالمية وهم فى حالة لا يقدرون فيها من مزاحمة ومنافسة الرياضيين البالغين الذين تكاملت لديهم العلاقات الهيكلية والوظيفية والنفسية.

ولا بد من التذكر دائماً بأن بلوغ الرياضى المعين الإمكانات القصوى للنتائج التى ترتبط بمقدار كبير نسبياً بسير عملية النمو العمري. فمثلاً يمكن لصفات القوة المميزة بالسرعة أن تظهر بصورة كاملة بعمر لا يقل عن ١٧ سنة إلى ١٨ سنة والقوة القصوى بعمر لا يقل عن ١٨ - ٢٠ سنة والإمكانات الهوائية النسبية بعمر ١٢- ١٦ سنة.

إن العمل لتنمية الصفات المطلوبة يكون مؤثراً بشكل كبير فقط عند تطابق هذا العمل مع قمة النمو العمري للمواصفات المحددة خلال فترة التدريب العنيف الذى يتفق مع الاتجاه المطلوب. ولكن ذلك ليس هو الموضوع الأساسي، إذ تكمن خطورة تحول الإعداد قبل كل شئ فى برنامج تدريب الفتيان وفق نماذج رياضيين من الصنف الأول يقطع عليهم الطريق عملياً بالزيادة المستمره للنتائج الرياضية، والأسباب هنا عديدة ولكننا سنؤشر هنا اثنين فقط وهما السببان الرئيسيان، أولا لقد أظهرت تجارب السنوات الأخيرة أنه حتى الرياضيين الموهوبيين جداً لا يستطيعون أكثر من ٢ - ٤ سنة من تحمل التدريب العنيف جداً وأحمال تنافسية تعتبر

من مواصفات مرحلة الإنجازات العالية. وقد لوحظت ظاهرة فى السنوات الأخيرة حيث نجد تناقص العمر الرياضى عاماً بعد آخر بمستوى الإنجازات الرياضية العالية فى تلك الأنواع من الرياضة المرتبطة بظهور التحمل. وثانياً أن استخدام مؤثرات عالية جداً وعنيفة تؤدى إلى تكيف سريع ازاء هذه الوسائل ونضوب إمكانات التكيف للجسم النامي، ومن جراء ذلك ستكون استجابة الرياضى فى الدائرة التدريبية اللاحقة أو السنة التدريبية التى تليها تكون ضعيفة إزاء هذه المؤثرات.

ولعل الأهم من هذا أو ذاك هو التوقف عن الاستجابة حتى عند الأحمال الصغيرة التى كان يمكن أن تكون فعالة جداً لو أن المدرب قد استخدم أنظمة صارمة وبوقت مبكر. إن تحليل أعداد الرياضيين المتقدمين فى الوقت الحاضر وفى غالبية الحالات يشير إلى تكوين قاعدة وظيفية متنوعة على مدى سنوات طويلة وببلوغ العمر الذى يعتبر الأمثل لاستعراض الإنجازات العالية.

ديناميكية الحمل وعلاقتها بالعمل الموجه

إن البناء المستمر للتدريب متعدد السنوات يتوقف على أفضلية علاقة الأنواع المختلفة للإعداد والعمل ذى التوجه بأفضلية مختلفة وديناميكية الحمل.

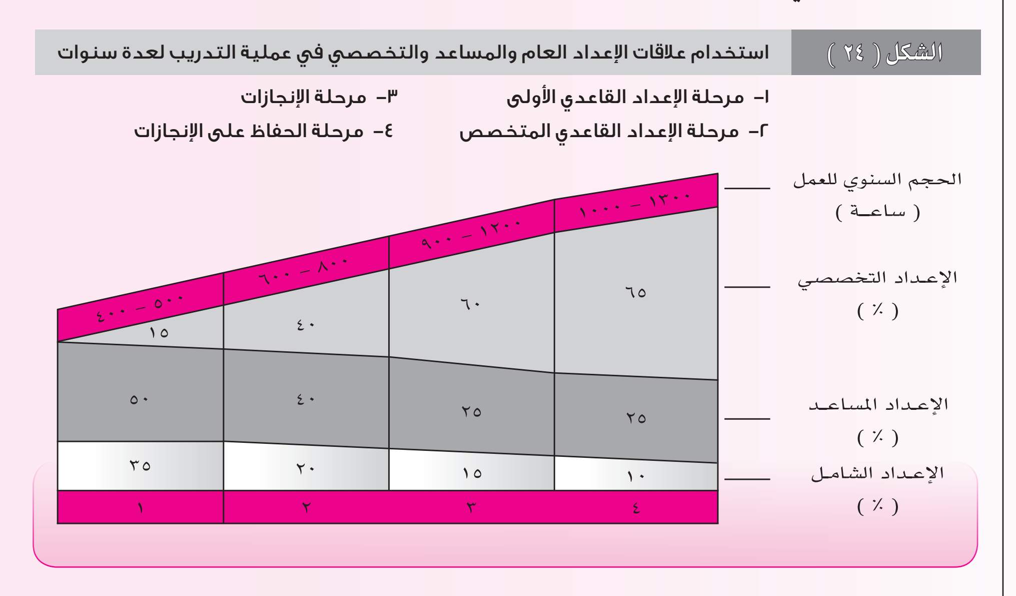
وتتغير من مرحلة لأخرى علاقة الأنواع المختلفة للإعداد (الشكل ٢٥) ويحتل فى مرحلة الإعداد الأساسى الأولى الإعداد العام الشامل والمساعد اللذان يحتويان بمجموعهما إلى ما يقارب ٨٠ - ٩٠ ٪ وأحياناً أكثر من ذلك من الحجم الإجمالى للعمل التدريبى موقعاً متميزاً. أما حصة الإعداد الخاص فهى ليست كبيرة وعادة ما تساوى ١٥ ٪ من الحجم الإجمالي للعمل.

أما مرحلة الإعداد الأساسي الخاص فيتسم بالتغير الواضح لعلاقة عناصر التدريب إذ تزداد بصورة كبيرة حصة الإعداد الخاص وتنخفض حصة الإعداد العام، أما فى المرحلة الثالثة أى التحقيق العالي للإمكانات الذاتية فتتغير العلاقة بين الإعداد العام والإعداد المساعد من جهة وبين الإعداد العام والخاص من جهة أخرى باتجاه أفضلية الأخير. فالإعداد الخاص يمكن أن يبلغ ٦٠ ٪ فأكثر من الحجم العام للعمل أما فى المرحلة الختامية للإعداد فإن مرحلة الحفاظ على الإنجازات فلا تحدث تغيرات جوهرية للعلاقات بين أنواع الإعداد وتبقى حصة الإعداد الخاص عالية جداً وتنخفض حصة الإعداد العام إلى أقل قيمة لها.

ولكن لا بد من الإشارة إلى المخطط الذى يوضح وجود علاقات لأنواع مختلفة من الإعداد يمكن أن تتعرض إلى متغيرات كبيرة حسب خصوصية النوع المحدد من الإعداد والإمكانات الفردية للرياضيين ومحتوى مستلزمات ووسائل التدريب.

ولعل الأهمية الكبيرة فى عملية التخطيط متعدد السنوات تكمن فى المراعاة الدقيقة لمبدأ المضاعفة التدريجية للأحمال التدريبية وتتخذ الزيادة المنتظمة المخطط لها للحمل من مرحلة إلى أخرى بثبات محدد فى المرحلة الرابعة مكاناً شبه دائم في التدريب الرياضي الحديث. وإن الأحمال التدريبية فى هذه الحالة تتناسب فى جميع مراحل الإعداد مع الإمكانات الوظيفية للرياضي الأمر الذى يساعد فى الزيادة المنتظمة بموجب الخطة للإعداد.

الشكل (٢٤) استخدام علاقات الإعداد العام والمساعد والتخصصي في عملية التدريب لعدة سنوات



وعادة ما تتحقق مضاعفة الأحمال التدريبية من خلال ثلاثة اتجاهات:

- مضاعفة الحجم الإجمالي للعمل.
- مضاعفة شدة الجهد.
- مضاعفة حصة شدة الجهد فى حجمها العام.

ويمكن لطرق مضاعفة الأحمال التدريبية أن تكون من سنة إلى أخرى ومن مرحلة لثانية متغيرة، المضاعفة المتوازية لحجم وشدة العمل، ونسبة شدة العمل فى حجمها العام، المضاعفة المفضلة لأحد العوامل المشار إليها عند ثبات العوامل الأخرى بل وحتى انخفاضها وعادة تتسم المرحلة الأولى والثانية للتخطيط لعدة سنوات بالمضاعفة الملحوظة لحجم العمل التدريبي الذى غالباً ما يبلغ فى نهاية المرحلة الثانية ٨٠ – ٩٠ ٪ من قيمة الحجم القصوى. وفيما بعد ومع التباطؤ الملحوظ للحجم الإجمالي للعمل التدريبي تزداد بعد مدة كثافته ونسبة شدة العمل فى الحجم العام. وهنا يمكن أن تتراوح المضاعفة السنوية للحجم ضمن حدود واسعة أى ٢٥ – ٤٠ أما زيادة نسبة شدة العمل فى حجمه العام فيمكن أن تبلغ ١٠ – ١٥ ٪ ولكن هذه القيم يمكن أن تتعرض إلى تذبذب واسع.

ولغرض بناء تدريب متعدد السنوات يكون من المفيد المزج في مراحل العمل ذي الاتجاهات بأفضلية مختلفة فمثلاً عند تحديد ديناميكية تغير حجم العمل ذي الاتجاه الهوائي ضمن الحجم التدريبي العام للوسائل ينبغي الأخذ بعين الاعتبار ملاحظة التكيف العالي لهذا العمل لدى الرياضيين الفتيان فمثلاً أن هؤلاء الفتيان عندما يكون مستوى المهارة الرياضية منخفض جدًا لا يتخلفون عن الرياضيين البالغين بالمؤشرات النسبية للإنتاجية الهوائية وقد أظهرت الدراسات الخاصة التي نفذت بمشاركة أحد أبطال السباحة أن حدود الإمكانات الهوائية أثناء سير التدريب لسنوات يمكن بلوغها بفترة مبكرة تسبق فترة الإنتاجية اللاهوائية أما مواصلة مضاعفة كفاءة الأداء فينبغي أن يرجح ربطها مع تكامل المكونات الأخرى للمهارة الرياضية. وتشهد وتؤشر تلك البيانات التي تم الحصول عليها من مفردات الأنواع الرياضية الدورية الأخرى.

وعند الدراسة التي نفذت على سباحي المستويات العليا من أعمار مختلفة اتضح وجود اختلاف في التهيؤ للعمل بهذا الاتجاه أو ذلك ذي الأفضلية المعينة فالأحداث (١٣ - ١٤) سنة المهيئون بقدر أكبر للعمل ذي الاتجاه الهوائي ولتمارين القوة المميزة بالسرعة وكذلك التمارين التي تؤمن بمصادر طاقة لا هوائية سيواجهون صعوبة بذلك ومع زيادة العمر تتضاعف كفاءة التحمل الناجح للعمل الذي يحتاج لظهور قوة وتحمل أثناء تنفيذ عمل بطبيعة لا هوائية وصفات القوة المميزة بالسرعة. أما فيما يتعلق بالعمل ذي الاتجاه الهوائي فإن التهيؤ لتنفيذه يزداد بقدر أقل بكثير، كما أنه يستقر عند العدد من السباحين، أن أعلى قابلية التهيؤ للعمل اللاهوائي وعلى القوة المميزة بالسرعة يلاحظ لدى الرجال بعمر ١٨ - ٢١ سنة وعند النساء بعمر ١٦ - ١٧ سنة.

وحين النظر إلى العلاقة في مراحل الإعداد المختلفة للعمل ذي اتجاه القوة المميزة بالسرعة ينبغي الإشارة إلى أن الإمكانات الخاصة للقوة المميزة بالسرعة يمكن أن تكون قد تطورت بقدر كبير عند عمر ١٧ - ٢٠ سنة.

إن إدخال الفتيان في الإعداد بقوة عمل عالية. ظاهرة غير مجدية ذلك لأن الجسم يظهر شروطًا غير قادرة على تنفيذها فالعظام والغضاريف والأنظمة العصبية لا تزال غير جاهزة للعمل بعد وهذا يمكن أن يعطي فرصة للإصابات وإلى إجهاد للجهاز العصبي الحركي.

التخطيط لتأثير التدريب وعوامل الاستعادة كعملية متداخلة موحدة

إن التكثيف للعملية التدريبية الذي يظهر من خلال المضاعفة العددية لعوامل العمل التدريبي وشدته تشكل صعوبة إضافية في إيجاد النظام الأمثل للعمل والاستراحة هي ضمن إطار وحدات تدريبية فردية ودوائر صغيرة ومتوسطة وهكذا من أجل تأمين ظروف تكيفية

للتنفيذ الكامل للعمل باتجاه مختلف وسير مختلف فعال لاستجابات تكيفية متخصصة في جسم الرياضي بعد الأداء، ولعل الخروج من هذا التناقص إضافة لبرمجة التخطيط لتركيب مختلف في وحدات العملية التدريبية سيكون في اتجاه استخدام وسائل مختلفة ومتنوعة التي تدخل بصورة أوسع في الرياضة الحديثة.

ومما تجدر الإشارة إليه هو أن عوامل الاستعادة على الرغم من أنه كان يشار إليها في السنوات ليست بالبعيدة لكنها لم تلعب دورًا ملحوظًا من الناحية العملية في الإنجاز ولكن في السنوات العشرين الأخيرة فقد أصبحت مشكلة الاستعادة هو الشغل الشاغل للمدربين والباحثين وأصبحت شبه مشكلة عامة مركزية في الرياضة الحديثة.

لقد لوحظ أن هذه أو تلك من الوسائل التدريبية والنفسية والوظيفية المتعلقة بالطب الاعتيادي والعقاقير أما تساعد في تعجيل عمليات الاستعادة بعد أداء تدريبات رياضية فردية أو جماعية أو أن تسبب مضاعفة كفاءة أداء الرياضيين المستخدمة لعمل محدد. وفي ضوء ما تقدم وضعت التوصيات بإدخال هذه المستلزمات التدريبية أو مجموعة المستلزمات أو تلك في التطبيق الميداني للتدريب الرياضي وعادة في مثل هذه الحالات لم يولِ اهتمامًا خاصًا لطبيعة العمل ومواصفات الوسائل المستخدمة والطرق المتبعة ولم تنفذ دراسات تأثير الاستخدام الطويل لمستلزمات الاستعادة على العامل التدريبي.

وبالطبع أن مثل هذه المعالجات أحادية الجانب سرعان ما آلت إلى التناقض لأن هذه المشكلة أكثر تعقيدًا مما كانت تبدو عند النظرة الأولى.

إن أنصار إدخال وسائل الاستعادة في التطبيق العملي قد وضعوا في طريق مسدود بسبب أنها تخفف التعب وتجعل عملية الاستعادة بعد التأثيرات الناتجة عن التدريب. والسؤال الذي يطرح في هذا المجال هو إلى أي حد يمكن تخفيض أو استبعاد التعب الذي عادة ما تسعى إلى بلوغه لدى الرياضيين محققين بذلك برنامجًا لتأثير التدريب. فكما هو معلوم جيدًا أن عمق التعب بالذات نتيجة أداء الرياضيين تمارين فردية ومجموعاتها وبرنامج الوحدات التدريبية وغير ذلك يعد أحد العوامل الأساسية التي تحدد فاعلية سير ما يطرأ من تغيرات على عمليات التكيف التي ترتبط قبل كل شيء بظهور أنواع أخرى من التحمل، وبالطبع فإنه من المفيد استخدام وسائل استعادة في كثير من الحالات كما يبدو بهدف الوقاية من الإفراط بالتدريب وخفض المستوى العام للتعب ولكن التعمق بصورة أوسع في هذا الموضوع غير مطلوب وإنما هدف وواجبات الدوائر والمراحل المختلفة في الإعداد.

ولا يقل أهمية موضوع تعرض الجهاز العصبي المركزي للتعب نتيجة الجهد حيث ظل هذا المفهوم لفترة طويلة متزعم للعمل الفسلجي وأن الرياضة غير قادرة على تفسير كثير

من الحقائق المختلفة حول هذا الموضوع والتي تعكس خواص التعب في ظروف متباينة جدًا حيث تؤطرها الفعالية العضلية.

إن التعب بعد الجهد الرياضي يحمل نتيجة نشاط عضلي عال يكون خاص بكل نوع من أنواع العمل ووفقًا للدرجة التي تساهم فيها الأجهزة الوظيفية وآليات التنفيذ. وفي الوقت نفسه ينبغي الأخذ بنظر الاعتبار أن أية عملية استعادة تظهر خصوصيتها في التأثير على الجسم الذي تتحدد من خلال طبيعة ومنهج الاستخدام.

ولقد برزت خلال عملية الاستعادة أفكار عملية أخرى فمثلاً عند الاستناد إلى نتائج الدراسات التي ظهرت فيها طبيعة التعب الذي حل نتيجة هذه الأحمال أو تلك طرحت فكرة استخدام عملية الاستعادة من أجل تحفيز إمكانات الرياضي للتنفيذ الفعال للعمل القادم. ومجموعة من التدريبات في وحدات انفرادية أو منهاج الوحدة بأكمله لهذه الاتجاه أو ذاك.

كما يوجد احتياطي كبير في استخدام الوسائل الإضافية المختلفة القادرة ليس في مضاعفة كفاءة أداء الرياضيين فحسب وإنما تكوين ردود أفعال متخصصة لمختلف أنظمة الجسم أيضًا والتي تؤثر في عملية حدوث حالات التكيف. لذا فهنالك أساس لحقيقة أن استخدام عمليات ذات طبائع مختلفة قبل بدء الوحدة التدريبية وخلال فترات الاستراحة بين تدريبات انفرادية (فردية) من شأنه أن يضاعف بصورة ملحوظة حجم وشدة وصفة العمل المنفذ الأمر الذي يؤثر إيجابيًا في تدريب الرياضي، وباختصار يمكن التأكيد بشكل قاطع على أن النظريات الحديثة تتفهم وبشكل دقيق ضرورة اعتماد التصور بأن المؤثرات التدريبية وعمليات الاستعادة تشكل جانبين مستقرين لعملية موحدة معقدة.

مواصفات عوامل الاستعادة

يمكن تصنيف جميع وسائل الاستعادة التي تستخدم في التدريب الرياضي إلى ثلاث مجاميع رئيسية. تعليمية. نفسية. بايولوجية.

ويخصص موضوعًا خاصًا للاستعادة بالعوامل التعليمية التي توظف لتوجيه كفاءة الأداء وعمليات الاستعادة مباشرة من خلال التنظيم المستمر للنشاط العضلي.

إن كفاءة الوسائل التعليمية للاستعادة متباينة جدًا وهنا لابد من الإشارة إلى انتخاب وتغير خصوصية مزج الوسائل والطرق في عملية بناء نظام الوحدات التدريبية وإلى تباين وخصوصية دمج الأحمال عند بناء الدوائر الصغيرة واستخدام الدوائر الصغيرة للاستعادة عند التخطيط للدوائر المتوسطة وهكذا.

عند بناء برامج الوحدات التدريبية ينبغي الاهتمام بتنظيم الأجزاء الثلاثة للوحدة التدريبية والبناء الناجح للقسم الأول من الوحدة يساهم في الإعداد الفعال ويساعد في بلوغ

مستوى عال لكفاءة الأداء في القسم الرئيسي. والانتخاب الموفق والطرق واستخدامها في القسم الرئيسي تؤمن المستوى المطلوب لكفاءة الأداء والحالة النفسية والانفعالية للرياضي. إضافة لسير عملية الاستعادة بصورة فعالة.

عند تنفيذ البرامج التدريبية حيث يساعد ذلك الدمج الصحيح للأشكال الجماعية والفردية للعمل باستخدام وسائل الاستراحة الناشطة. إن إطالة فترة التوقف مع وجود تلك الوسائل التعليمية في هذا المجال لا لزوم له.

ولابد من تأثير موضوع البناء المثمر لحلقات العملية التدريبية بدءًا من اختيار التدريب وانتهاءً بالتخطيط للدائرة الصغيرة يقترح استخدام مجموعة الوسائل التعليمية بأكملها التي تساعد في إظهار التأثير الإيجابي في سير الاستعادة بعد تمارين انفرادية وكذلك أحمال ودوائر انفرادية صغيرة أيضًا.

إن الوسائل والطرق النفسية انتشرت في السنوات الأخيرة بصورة واسعة حيث يمكن بمساعدة التأثيرات النفسية من إقلال الشد النفسي العصبي والاستعادة السريعة للطاقة العصبية المستهلكة مع تشكيل منظومة واضحة للتنفيذ الفعال للبرامج التدريبية والتنافسية والارتفاع بمستوى الأجهزة الوظيفية والمساهمة في العمل في حدودها الذاتية.

والوسائل النفسية متنوعة جدًا ويمكن ذكر أهمها وهي التدريب ذاتي المصدر وما يطرأ عليه من أشكال التدريب ذو التوجيه العصبي: إيحاء، نوم، الاستراحة والإيحاء الذاتي والتأثيرات النفسية كما تظهر تأثيرات كبيرة على الحالة النفسية للرياضي كظروف التدريب والمنافسات ونظام المعيشة ووقت الفراغ.

وتستقطب إمكانات تنظيم التدريب النفسي الذي يستند كما هو معلوم إلى تنظيم العملية النفسية اهتمام الخبراء وكذلك استخدام الشعور بالاسترخاء للمنظومة العضلية ويمكن بواسطة التدريب الذي يعتمد التنظيم النفسي تأمين الاستراحة للمنظومة العصبية وتخفيض الشد النفسي.

وبعد تنفيذ أحمال بدنية ونفسية عالية لتعجيل عمليات الاستعادة يمكن استخدام الطرق الاختيارية للاسترخاء العضلي التي تستند إلى الاسترخاء الذي يلي الجهد الواقع على المجموعات العضلية الكبيرة، وهذا يكون فاعلاً جدًا مع التعب العميق.

إن استخدام الاسترخاء العضلي الاختياري في هذه الظروف يجعل مستوى الاستعادة لاستهلاك الأوكسجين ويؤثر إيجابيًا في الجهاز العضلي العصبي ومنظومة الوعاء القلبي ويخفض من التهيج الذي يتعرض له الجهاز العصبي المركزي.

وعند ضرورة الاستعادة السريعة للقوة في حالة زيادة التعب يمكن أيضًا استخدام الإيحاء بالتنويم المغناطيسي وهو عادة ما يعتبر أكثر تأثيرًا بل وأحيانًا الطريق الوحيد لإزالة ظاهرة زيادة الشد وزيادة التعب. كما يجب الأخذ بعين الاعتبار أن فاعلية العملية النفسية تتضاعف عند استخدامها الجماعي فمجموعة التأثيرات باستخدام العلاج الموضعي والتنويم المغناطيسي والتدريب الانفعالي الإرادي والنفسي الموجه يظهر تأثير استعادة بعد عمل تنافسي وتدريبات ذات شد عال.

إن وسائل الطب البايولوجي يظهر تأثيراً متنوعاً تماماً على كفاءة الأداء وطبيعة حدوث عمليات الاستعادة فهي مثلاً يمكن أن تساعد في مضاعفة مقاومة الجسم إزاء الأحمال والتخلص السريع من الأشكال الحادة للتعب الموضعي والعام. وفي التكامل الفاعل لاحتياطي الطاقة وفي تعجيل عمليات التكيف واستعادة الوسائل التكيفية للآليات ومضاعفة كفاءة الأداء والثبات أمام التأثيرات الناتجة عن الإجهاد في التدريبات المنخفضة وغير المتخصصة. ويدخل ضمن هذه المجموعة من الوسائل تغذية خاصة ووصفات طبية ووسائل بدنية. وقد حظيت الوسائل البدنية في الاستعادة، الحمام البخاري والحمام الجاف والتدليك، العوامل الكهربائية، الحمامات المختلفة وغيرها باستخدام واسع.

إن عمليات الاستعادة التي تنتمي إلى مجموعات مختلفة الوسائل والطرق تكون ذات تأثير شامل وتأثير اختياري وتأثير منشط، وتشمل وسائل التأثير الشامل الأجهزة الأساسية في الجسم ومنها الحمام البخاري، الحمام الجاف، التدليك اليدوي، التدليك بالماء، أما التأثير الاختياري فهي تؤثر على الأجهزة الوظيفية الانفرادية في حين أن التأثير المنشط الشامل فهي الإجراءات ذات المجال الواسع في التأثير دون إحداث تأثيرات عميقة على الجسم (الأشعة فوق البنفسجية بعض العمليات الكهربائية وتأمين الهواء).

وتعد مجموعة وسائل التأثير الاختياري أكثر أهمية في العمل التدريبي فهي تستخدم في ظروف الخلط المختلف للأحمال التدريبية ذات الاتجاه بأفضلية متباينة ويمكن أن توجه بالقيمة ضمن الدائرة الصغيرة مستوى الكفاءة من تدريب لآخر.

ويعتبر الشكل الأمثل لاستخدام جميع وسائل الاستعادة هو الاستخدام المتتابع أو المتوازي لعدد منها في عملية مجتمعة وموحدة. إن مثل هذا الإجراء يضاعف كفاءة التأثير الشامل لعدد من الوسائل على حساب الجهود المشتركة لخصوصية التأثير الموجه. وينضوي تحت لواء العملية المجتمعة عادة وسائل من مجموعات التأثير المتخصص على الجسم (الجدول رقم ٢٠).

وعند استخدام وسائل استعادة يفضل أن تكون في هيئة مجموعتين المجموعة الأولى قبل بداية التدريب أو المجموعة الثانية بعد نهاية التدريب وذلك بسبب تغير منهاج

الوحدات، فمثلاً يستخدم الحمل قبل بداية الوحدة التدريبية ذات الطبيعة اللاهوائية بشكل حمام (صنوبري حار مع مجموعة من جرعة بالأشعة تحت البنفسجية. أما بعد الوحدة فحمام صنوبري ساخن) مع تأمين الهواء بصورة متوازية، وفي الوحدات التدريبية في السباحة المصحوبة بإعداد بدني أولي على اليابسة، فمن الممكن استخدام قبل بداية الوحدة تدليك آلي اختياري مصحوب بأشعة تحت البنفسجية، أما بعد الإعداد البدني على اليابسة وقبل بداية العمل في الماء فيستخدم حمام بحري حار مع تأمين هوائي.

جدول رقم (٢٠)

مجاميع الاستعدادات ذات الاتجاه المختلف

مجموعة التأثير الشامل	مجموعة التأثير الاختياري		
	بعد عمل ذي طبيعة (سريعة)	بعد عمل ذي طبيعة (لاهوائية)	بعد عمل ذي طبيعة (هوائية)
١ـ السونا ٢ـ تدليك يدوي عام ٣ـ تأين هوائي	حمام كاليبتوس ساخن أشعة مرئية ذات طيف أزرق تأين هوائي	حمام صنوبري حار أشعة تحت البنفسجية تأين هوائي	حمام بحري ساخن مسح منشط عام تأين هوائي
١ـ التدليك بالضرب ٢ـ تدليك يدوي عام ٣ـ أشعة تحت بنفسجية	سونا أشعة تحت بنفسجية تأين هوائي	حمام أوكسجيني أشعة تحت بنفسجية تأين هوائي	حمام كربوني تدليك مائي أشعة مرئية بطيف أحمر
١ـ حمام صنوبري ساخن ٢ـ تدليك مائي ٣ـ تأين هوائي	حمام (دش ساخن) أشعة تحت البنفسجية تأين هوائي	حمام (صنوبري ساخن) عملية فرط الأوكسجين أشعة تحت البنفسجية	حمام (دش ساخن) مسح منشط عام أشعة تحت البنفسجية

اتجاه عوامل الاستعادة في الميدان التطبيقي

بالإمكان تحديد الاتجاهات الآتية عند استخدام وسائل مختلفة في عملية التدريب الرياضي التي تنبع من نتائج الأبحاث وتحليل الأدبيات الخاصة ومن خلال التجربة والتطبيق.

والاتجاه الأول هو التخلص السريع من التعب بعد الأحمال وفي هذه الحالة بالإمكان مضاعفة الحجم الإجمالي في وحدات مضاعفة عدد الأحمال التدريبية في دوائر تدريبية انفرادية ولكن ينبغي التذكر عندئذ أن تقلص عملية الاستعادة بعد أحمال لوحدات تدريبية انفرادية يجب أن يتم تفاضليًا مع الأخذ بنظر الاعتبار اتجاه التأثير ومميزات التكيف اللاحق وهكذا فمن المشكوك به أن يكون المفضل تقليص دائرة الاستعادة بعد وحدة موجهة نحو تنمية إمكانات الطاقة للجسم لأن زيادة التعب بالذات مواصلة الاستعادة تعتمد على قيمة وطبيعة التغيرات ومستوى التكيف الذي يحدث للأنظمة والأجهزة الوظيفية.

إن استخدام وسائل لتقليص عمليات الاستعادة لها ما يبررها بعد مجموعة تمارين وأحمال لوحدات انفرادية موجهة نحو تنمية تلك الإمكانيات الوظيفية للجسم والتي تكتمل بصورة أثناء تنفيذ العمل التدريبي ولا يتطلب لتحقيق ذلك نتائج طويلة، وكمثال لما ذكر يمكن حصر الوحدات الموجهة نحو تكامل تقنيات العلاقات المعقدة والتنسيقية الحركية وتعلم العادات الفنية ليس على عمق التعب نتيجة تنفيذ الأحمال التدريبية، وإنما نتيجة الحجم الإجمالي للعمل الذي ينفذ في ظروف لمعالجة الواجبات التدريبية الملائمة.

أما التوجه الثاني لاستخدام وسائل الاستعادة فتتلخص في الاستعادة الاختيارية لتلك المكونات في كفاءة الأداء التي لم تتعرض للتأثير الأساسي في الوحدات المنفذة أو في أقسام منها، ولكنها ستكون مجندة بأقصى قدرة في العمل الذي يلي. فمثلاً إذا كانت الوحدة اليومية الأولى موجهة لمضاعفة إمكانات السرعة والوحدة الثانية لتطوير التحمل في عمل ذي طبيعة لاهوائية فإنه بعد الوحدة الأولى يكون معقولاً استخدام مجموعة وسائل الاستعادة التي من شأنها أن تساعد في الاستعادة السريعة في الإمكانات من أجل تطوير التحمل المطلوب، ويساعد هذا في مضاعفة حجم العمل أثناء الوحدة الثانية (جدول ٢١).

جدول رقم (٢١)

التخطيط لعمليات الاستعادة مع الأخذ في الاعتبار

اتجاه الأحمال للوحدة السابقة والوحدة اللاحقة

اتجاه الوحدة الأولى	وسائل الاستعادة	اتجاه الوحدة الثانية
قوة – سرعة	حمام كاليبتوس ساخن ، أشعة مرئية لطيف أزرق	هوائي
هوائي	حمام أكسجين ، مسح منشط عام ، تأين هوائي	لا هوائي
لا هوائي	حمام كربوني، تدليك مائي، أشعة تحت البنفسجية	هوائي

أما الاتجاه الثالث فيتوقع تحفيزًا أوليًا لكفاءة أداء الرياضي قبل بداية الحمل التدريبي وتشير الدراسات إلى أن الاستخدام الأولي لوسائل الاستعادة التي تتفق مع اتجاه الحمل المتوقع تنشّط فعالية الأجهزة الوظيفية التي تتخذ موقعًا أساسيًا في العمل وتضاعف حجمه وشدته، ولكن الأكثر أهمية هو أن تصاعد حجم وشدة العمل التدريبي يضاعف عمل استهلاك الاحتياطي الوظيفي لجسم الرياضي، وهذا يعد كما هو معروف عامل مؤثر في تحفيز فاعلية سير عمليات التكيف (الشكل ٢٥).

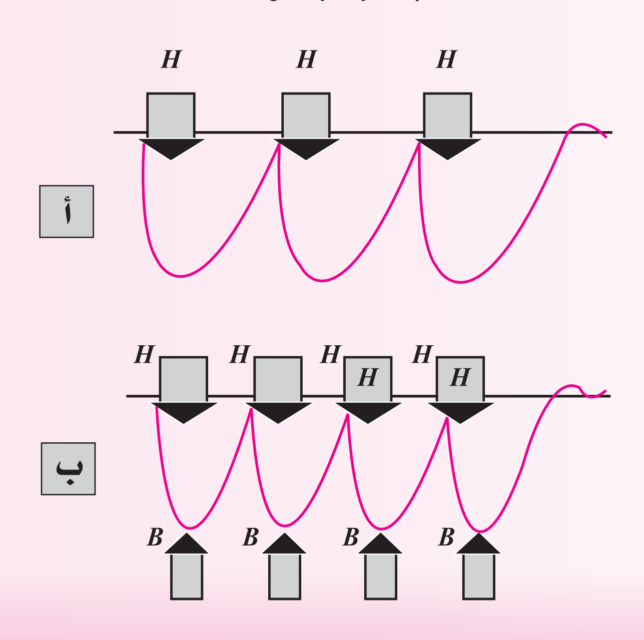
الشكل (٢٥) تتابع الأحمال وديناميكية كفاءة الأداء :

(أ) دون استخدام وسائل الاستعادة

(ب) باستخدام وسائل الاستعادة

H : حمولة الوحدات التدريبية

B : استخدام مجموعة وسائل الاستعادة





المستويات الأساسية التي يتناولها التخطيط لعمليات الاستعادة في التدريب

عند تنظيم الاستعادة المتخصصة يمكن أن تتحقق هذه الاستعادة في ثلاثة مستويات وهي: الأساسي، السائد والفعال، وتظهر الإجراءات الاستعادية في المستوى الأساسي عادة في تطبيع الحالة الوظيفية للرياضي بعد الحمل الإجمالي للدائرة الانفرادية الصغيرة وهي في هذه الحالة تخطط عادة في نهاية الدائرة الصغيرة الختامية والتي تسبق يوم الاستراحة. وتستخدم كوسائل للاستعادة عمليات ذات تأثير عميق وواسع: الحمامات، تدليك يدوي، تدليك مائي، ولعل أفضل الإجراءات للاستعادة في هذا المجال هي استخدام الحمامات من النوع الفلندي ذات الهواء الجاف – ساونا – مع استخدام التدليك اليدوي. وتجري في الدوائر الأكثر شدة في التدريب وخلال المستوى الأساسي هناك عمليات استعادة في منتصف الأسبوع التدريبي كيوم الثلاثاء مثلاً. وهنا يعد التدليك المائي مفيدًا في حوض ماء صنوبري.

وتوجه الاستعادة الجارية لتأمين الحالة الوظيفية المثلى للجسم خلال العملية التدريبية أو بعد حمل وحدة انفرادية بهدف الإعداد للعمل القادم ويرجع إلى هذا المستوى الوحدة التدريبية السابقة التي حفزت الإمكانات الوظيفية وهكذا فعند الاستعادة الجارية يتركز الاهتمام الأساسي نحو أفضل الظروف لتنفيذ برنامج الوحدة التدريبية.

جدول رقم (٢٢)

نموذج للدورة التدريبية الصغيرة للمرحلة الثانية من الإعداد عند التخطيط للأحمال التدريبية وإجراءات الاستعادة

طبيعة التأثير	أيام الأسبوع					
	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
الوحدات الصباحية (تأثير تحفيزي)	حمام ساخن	حمام حار	حمام مجمر	حمام ساخن	حمام مجمر	حمام حار
الأحمال التدريبية	اتجاه هوائي	اتجاه لا هوائي	اتجاه السرعة	اتجاه هوائي	اتجاه السرعة	اتجاه لا هوائية
القيمة	متوسطة	متوسطة	متوسطة	صغيرة	حمام كاليبتوس	صغيرة
تأثير الاستعادة	حمام مالح ساخن	——	حمام كاليبتوس	——	مسح منشط عام	——
الوحدات المسائية (تأثير تحفيزي)	سونا	مسح منشط عام	حمام ساخن	حمام صنوبري حار	اتجاه هوائي	حمام ساخن
الأحمال التدريبية	اتجاه السرعة	اتجاه هوائي	مجموعة اتجاهات	اتجاه هوائي	كبيرة	مجموعة اتجاهات
القيمة	كبيرة	كبيرة	متوسطة	كبيرة	حمام مالح ساخن	صغيرة
تأثير الاستعادة	حمام كاليبتوس ساخن	حمام مالح ساخن	حمام صنوبري حار	حمام ساخن		سونا وتدليك يدوي عام

الفصل الثالث

الشكل العام
لتصنيف الأحمال التدريبية

يطلق مصطلح التصنيف عادة على تقييم الظواهر، الأحداث، الأهداف عن طريق بعض العلاقات أو الضوابط الخاصة، وعند هذا المصطلح في تصنيف الأحمال التدريبية فلابد أن يوضع له علامات التصنيف. أن تصنيف الأحمال التدريبية وفقًا للإعداد البدني والمهاري والخططي تظهر قليلة التأثير لأن باستطاعة القليل جدًا من هذه التمارين أن تؤثر فقط على نوع واحد من أنواع الإعداد، حيث تمتلك أغلب وسائل التدريب تأثيرًا مركبًا، وأن اختيار التمارين على فرض أنها موجهة لتحسين خطط اللعب بحيث لا تؤثر على الأداء المهاري أو تطوير الصفات البدنية الأخرى لا يمكن عمليًا.

يجب أن يكون اختيار هذه السمة في التصنيف أو تلك انطلاقًا من أهميتها في الظاهرة المحددة قبل كل شيء، ويمكن ذكر عدد من السمات الأكثر أهمية في تصنيف مواصفات الحمل التدريبي (الشكل ٢٧):

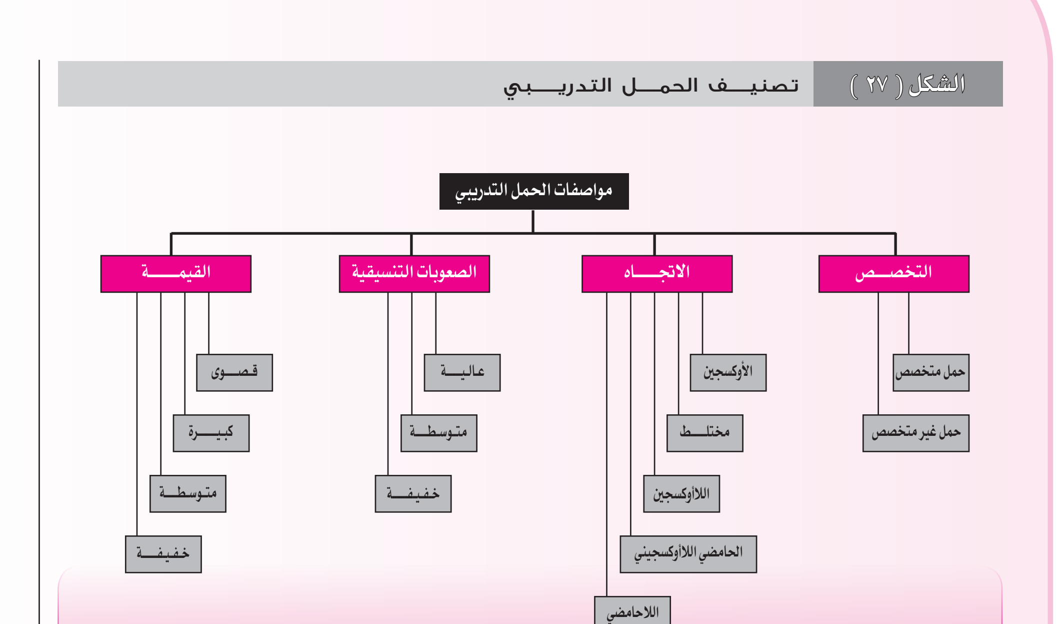
١) التخصص: وهي اختيار وسائل التدريب بما ينسجم مع طبيعة المنافسات.

٢) الاتجاه الذي ظهر تأثير التدريب في تطوير هذه الصفة البدنية أو تلك.

٣) الصعوبة التنسيقية للتدريبات والتي يظهر تأثيرها في قيم التأثيرات التدريبية.

٤) قيمة الحمل التدريبي لمعيار التدريب على الأجهزة الوظيفية.

الشكل (٢٧) تصنيف الحمل التدريبي



تخصص الحمل التدريبي

إن تخصص الحمل التدريبي يعني توزيع التمارين إلى مجاميع تبعًا لدرجة تشابهها مع طبيعة المنافسات. وبسبب هذه السمة تنقسم جميع وسائل التدريب إلى تدريب متخصص وتدريب غير متخصص. وهذا يشكل أهمية كبيرة في تنفيذ وسائل الوحدات التدريبية حيث تمتلك التدريبات المتخصصة تأثيرًا مباشرًا وفاعلاً في العملية التدريبية وتستخدم كوسيلة رئيسية في الإعداد الخاص لتطوير الصفات البدنية والأداء المهاري إضافة نحو الإنجازات الرياضية بشكل سريع، أما التدريبات غير المتخصصة فإن تأثيرها التدريبي يكون غير مباشر ولذلك فهي تستخدم كوسائل رئيسية في الإعداد العام.

إن تقويم جوهرية تشابه التدريبات مع طبيعة المنافسات هي عملية غير سهلة حيث أنه من المهم مقارنة مواصفات الطاقة الحركية لكل من التدريبات وطبيعة المنافسات ويحدد تخصص الحمل التدريبي في بعض أنواع الرياضة وفقًا للمؤشرات الخارجية لتدريب طبيعة المنافسات فمثلاً يظهر في الشكل (٢٨) أن التمارين الأساسية لعداء الحواجز مقسمة إلى (٥) مجموعات وعند تقويمنا للتمارين التي تنفذ دون حواجز وبدون شروط قانونية وعوامل أخرى لها تأثيرًا أقل من التدريبات الأخرى حيث أن قيمة الحمل التدريبي يعكس تطورًا وتأثيرًا يتناسب مع حجم تخصص تلك التدريبات.

الشكل (٢٨) مخطط لتدريبات عداء الحواجز وفق درجة تخصصها

بدون حواجز	التدريب الأساسي لعدائي الحواجز	عدو مع حواجز
البداية من وضع الوقوف		البداية من الجلوس
بدون إطلاقة		مع إطلاقة
مسافات غير قانونية		مسافات قانونية
بدون حساب الوقت		مع حساب الوقت
اختبار بدون حواجز		منافسة

إن طبيعة التشابه في المؤشرات الخارجية للتدريبات قد تقود في بعض الحالات إلى استنتاجات غير صحيحة وبالنتيجة يكون هناك تقسيم خاطئ للوسائل التدريبية وتقويم خاطئ لقيمة المؤشر التدريبي، فمثلاً تتشابه في الشكل حركة رمي الرمح مع تمرين الوقوف من وضعية رمي الرمح وسحب حبل مطاطي مربوط من الخلف بأقصى قدرة فالتمرين هنا يؤدي بنفس الشكل ولكن تأثيره التدريبي يختلف تمامًا حيث أن سحب الحبل المطاطي من الخلف إلى الأمام الذراع الرامية تكون الحركة هنا في البداية سريعة جدًا ثم تتباطأ تدريجيًا نتيجة ازدياد مقاومة الحبل المطاطي ثم تتوقف الحركة وتصبح السرعة في النهاية صفر في حين نجد أن حركة رمي الرمح أثناء المنافسة تكون سرعة الذراع في بداية مرحلة الرمي بطيئة ثم تزداد هذه السرعة تدريجيًا حتى تصل إلى أقصاها لحظة الرمي وهذه الحركة هي عكس الحركة الأولى بالحبل المطاطي من حيث سرعة الأداء التي تتطلبها المنافسة لذلك فإن استخدام مثل هذه التدريبات في الوحدات التدريبية ستؤدي إلى نمو وتطوير قوة تختلف تمامًا عن القوة والسرعة في رمي الرمح أثناء المنافسات.

أن تغير أي نوع من أنواع تدريبات المنافسة سواء السهلة أو الصعبة ينعكس على ديناميكتها وحركتها وبالتالي على قيمة تأثيرها على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة.

كما أن الوسائل المستخدمة في الوحدات التدريبية يجب أن تكون متنوعة ففي تدريبات السباحة تستخدم التدريبات على اليابسة كرفع الأثقال والكرات الطبية والحبل المطاطي والأدوات والأجهزة المختلفة، نضيف إلى ذلك السباحين يركضون كثيرًا ويمارسون التجديف ويشكل حجم

الوسائل التي يستخدمها السباحين في اليابسة في السبعينيات والثمانينيات بنسبة ٤٠ – ٤٥ ٪ من الحجم العام للحمل تقريبًا ثم تضاءلت هذه النسبة قليلاً ولكنها بقيت بنسبة كبيرة إذا ما قورنت مع التدريبات المائية. وهكذا تتضح جهود خبراء السباحة في تقسيم التدريبات إلى تخصصية وغير تخصصية كما تتضح في استخدام الطرق العلمية في تحديد مواصفات التدريب المتخصص من غير المتخصص كاستخدام المخطط الالكتروني لنشاط العضلات ومواصفات عملها في التدريب وفي أثناء المباريات وأثبت هؤلاء الخبراء أن الدور الرئيسي في حركة الذراعين في السباحة الحرة يعود إلى عضلة الظهر العريضة، عضلة الكتف المستديرة الكبيرة ذات الثلاث رؤوس العضدية، عضلة الصدر الكبيرة، عضلة ذات الرأسين وبناء على ذلك أوصى خبراء السباحة أن التدريب يجب أن يكون في ضوء ما ذكر سابقًا لكي يكون أكثر فاعلية وتأثيرًا على أجهزة وأعضاء الجسم.

تمكن يو. ف. ميلكوف وبمساعدة المخطط الالكتروني لنشاط عمل العضلات عند أداء سباحة الفراشة بالسرعة القصوى حيث سجل فاعلية احدى عشر عضلة وبمساعدة التصوير السينمائي لحركة السبّاح وحدد مؤشرات المسار وزوايا الذراع التي تقوم بالتجديف داخل الماء وكذلك طبيعة توزيع جهد العضلات العاملة ففي بداية التجديف لذراع السباح ظهرت الفاعلية الكبرى الأكثر تأثيرًا في العضلة المستديرة الكبرى والعضلة ذات الرأسين العضدية والعضلة العريضية في الوقت الذي تبدأ العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية العمل في الجزء الثاني من حركة ذراع السباح.

وقد أثمرت جهود خبراء السباحة وبمساعدة وسائل المخطط الالكتروني والسينمائي في تحديد مواصفات التمارين للسباحين ففي اليابسة ثم تحليل التمارين باستخدام الحبل المطاطي بقوة تؤثر لغاية ٨ كجم رفع أثقال ذات أوزان خفيفة واستخدام أجهزة وأدوات ذات مقاومات مختلفة.

وفي الماء تم تحليل السباحة باستخدام مقاومات مختلفة كالسحب وارتداء أوزان مختلفة على الخصر والسباحة باستخدام حبل مطاط مثبت على ضفة البداية بحيث بلغ عدد التمارين التي تم تحليلها وفحص نشاط العضلات الكهربائي في اليابسة وفي الماء حوالي ٤٥ تمرينًا تم تطبيقها من قبل ٧ رياضيين من ذوي الإنجاز العالي و ١٠ رياضيين من مستوى متقدم ثم أجريت مقارنات مؤشرات المخطط الكهربائي لنشاط العضلات والمخطط السينمائي مع المؤشرات المناظرة المسجلة في السباحة الحرة أثناء أداء المنافسات.

لقد ظهر من خلال التحليل أنه من المهم تقسيم جميع التمارين التي تم تنفيذها أثناء التجارب على اليابسة إلى ٣ مجاميع ، وهى كما يلي:

١) **المجموعة الأولى** وتضم التمارين والحركات ذات التوتر المتساوي والتي تؤدي باستخدام أدوات وأجهزة يسجل الجهد الأقصى للعضلات في الجزء الرئيسي من الحركة.

٢) **المجموعة الثانية** وتضم التمارين التي تستخدم فيها الكرات الطبية والحبل المطاطي حيث يسجل الجهد الأقصى للعضلات في الجزء الثاني من الحركة.

٣) **المجموعة الثالثة** وتضم التمارين التي يستخدم فيها رفع الأثقال ووسائل تقوية الذراع حيث تقوم هذه التمارين بتطوير عمل العضلات في بداية الحركة ثم الحفاظ عليها طوال زمن استمرار الحركة.

إن مقاومة المخططات الالكترونية والمواصفات الميكانيكية الحيوية للسباحين في تدريبات اليابسة والماء أضحى ممكنًا إثبات أنه كثيرًا ما يكون على العضلات عند السباحين وفي اليابسة غير منطبق حيث أن استخدام تدريبات اليابسة يكون مجديًا للمبتدئين أكثر مما هو للمستوى المتقدم حيث يحتاج المبتدئ إلى إعداد متعدد الجوانب ولكافة أجهزة وأعضاء الجسم، وأن استخدام تدريبات اليابسة للمستوى المتقدم وبحجوم كبيرة يكون له تأثيرًا فعالاً مقارنة بتمارين الماء المختلفة.

وعند استخدام مثل تلك التدريبات يجب اختيار التدريبات التي تؤثر في تنمية قوة العضلات التجديفية أو تنمية العضلات التي تقوم بالعمل في أجزاء مهمة من الحركة والتي يكون لها تأثير فاعل في تحسين مستوى الأداء.

وعند أداء التدريبات في الماء باستخدام مقاومات وأثقال مختلفة فإن صفة عمل العضلات ومؤشراتها البايوميكانيكية تختلف قليلاً عما يلاحظ عليه أثناء الأداء في المنافسة وعليه فإن هذه التدريبات تؤثر إيجابيًا على اكتمال القوة الخاصة للسباحين وكذلك مطاولة القوة ويجب أن تتصف هذه التمارين إلى التمارين الخاصة حيث أن مكونات الحمل تؤدي بالشكل الذي يكون عليه قريبًا مما هو عليه أثناء المنافسة.

أجرى ميلكوف وغوديك تجربة على مجموعتين متجانستين من السباحين تضم كل مجموعة ١٢ سباحًا استخدمت المجموعة الأولى التدريب الدائري على اليابسة كما في الشكل رقم (٢٩) وكانت التمارين التي تضم الآتي التمارين التي استخدمت أجهزة خاصة لتطوير الانقباض متساوي القياس وهي التمارين (٢، ٤، ٧، ١١) وتمارين الذراعين بالأثقال (٨، ٩) وتمارين باستخدام الحبل المطاطي (٥) وتمارين بوزن الجسم (٦، ١٢) وتمارين لتنمية المرونة (٣، ١٠) ونفذت المجموعة الثانية تدريبات في الماء حيث تم استخدام السباحة مع المقاومة متكونة من ألواح والسباحة بارتداء المجداف إضافة للسباحة الاعتيادية. وكان حمل المجموعة الثانية يتوافق مع المواصفات الخاصة بتدريبات المجموعة الأولى من حيث الحجم والاتجاه الفسيولوجي.



الشكل (٢٩) مجموعـة التماريـن التخصصيـة للسباحيـن

12 1 2 11 3 4 10 5 9 7 6 8

وفي بداية ونهاية الأسبوع التاسع من التجربة يخضع السباحين للاختبارات في سباحة ١٠٠ متر حرة وسباحة ٤ × ٢٥ متر بفترات راحة بين التكرارات مدتها ١٠ ثوان وفي اليابسة أجرى بعض الاختبارات في القوة العضلية للذراعين بالأثقال.

وأظهرت نتائج التجربة تحسن النتائج لدى جميع العينة في جميع الاختبارات ولكن القيمة القصوى للزيادة عند المجاميع لم تكن متساوية في بعضها حيث تفوقت المجموعة التي استخدمت التدريبات المتخصصة في الماء حيث قطعوا مسافتهم الأساسية بصورة أسرع كما أن القوة العضلية لديهم في الذراعين قد تضاعفت في حين كان التحسن في الاختبارات غير التخصصية (كرفع الأثقال) كانت متشابهة في المجموعتين تقريبًا . وبهذا فإن استخدام التدريبات المتشابهة أدى إلى ارتفاع ملحوظ في القوة الخاصة للسباحين.

وقد حدد لوكاتيف بطريقة مماثلة تنسيق وترتيب العمل بين العضلات عند أداء رفع النتر من قبل (٣٥) رباع من ذوي المهارة العالية ولقد تم بمساعدة المخطط الالكتروني لنشاط العضلات تسجيل فعالية إحدى عشر عضلة منها عضلة الكتف وذات الرؤوس الثلاثة وذات الرأسين، عضلات الكف والأصابع، عضلات الكتف وعضلات الحوض وعضلات الظهر العريضة وقد أظهر الشكل العام لتتابع عمل العضلات عند تنفيذ عملية الرفع أن هناك بعض العضلات تشترك في الأداء أكثر من مرة ويتسم الهيكل التنسيقي لعمل العضلات في عملية الرفع التتابع التالي، إذ تبدأ عضلات الأطراف السفلي ثم الجذع فالذراعين.

إن معرفتنا لعمل العضلات عند أداء هكذا رفعات ساعدت في اختيار التمارين التي تعمل فيها العضلات في المنافسة وتخلق ظروفًا ملائمة.

كما أكد فيمايلوف إن المخطط الالكتروني لعمل العضلات أظهر فعاليته أيضًا في عملية اختيار التدريبات الخاصة لعدائي المسافات القصيرة حيث تم تسجيل نشاط عمل العضلات في التدريبات المختلفة ونشاطها في المنافسات وبعد ذلك تم مقارنة طبيعة نشاط عمل العضلات في التدريب ونشاطها في المنافسات وفي ضوء المقارنات يتم تحديد تخصص تلك التدريبات أم عدم تخصيصها.

يمتلك تقويم تخصص العمل التدريبي في عدو المسافات القصيرة أهمية خاصة. ففي هذا النوع من الفعاليات توجد تمارين قليلة ذات تأثير متخصص وواضح وفعال، فبعض التمارين المستخدمة كتمارين متخصصة لإعداد المبتدئين لا تكون كذلك بالنسبة لرياضيي المستوى العالي. فمن المعلوم أن المنافسات ترتبط بعوامل عديدة ويمكن تحديد مقدار كل تمرين أو وزنه النوعي من خلال تأثيراته في مجمل الفعالية ومن خلال مقدار معامل الارتباط بين قيمة هذا التمرين والإنجاز في الفعالية.

إن الارتباطات المتباينة بين نتائج المبتدئين ورياضيي المستوى العالي تشير إلى أهمية التدريبات الخاصة على مستوى الفعالية.

وقد أجرى فيمالوف تجربة تم فيها حساب وقت العداء عند خط وقت وصول السرعة القصوى، مستوى السرعة القصوى، فترة الحفاظ عليها، سرعة العدو في الخمسة أمتار الأخيرة، كما تم قياس المسافات التي بلغت فيها السرعة قيمتها القصوى ثم الحفاظ عليها وأخيرًا هبوطها.

جدول رقم (٢٣) العلاقة بين نتائج العدو ونتائج عناصره

نسبة العناصر	معامل الارتباط ونتائج سباق ١٥٥م					
	الرجال			النساء		
	مرشح إلى بطل	رياضي من الدرجة الثانية	المبتدئين	مرشح إلى بطل	رياضي من الدرجة الثانية	المبتدئين
زمن بلوغ السرعة القصوى	-٠,٢٧	-٠,٢٥	-٠,٤٤	٠,١٠	-٠,٣٩	-٠,٥٢
هبوط السرعة	-٠,٣٥	-٠,٥٠	-٠,٨٨	-٠,٢٣	-٠,١٦	٠,٧١
فترة الحفاظ على السرعة	٠,١٤	٠,٠٤	٠,٢٧	٠,٠٢	٠,٠٦	٠,٨٣
الحفاظ على السرعة	٠,٤	-٠,١٦	-٠,٠٤	-٠,٠٥	-٠,٠٩	٠,٧٩
مستوى السرعة القصوى	-٠,٩٤	-٠,٩٦	-٠,٩٧	-٠,٨٧	-٠,٨٨	-٠,٩٨
وقت هبوط السرعة في النهاية	٠,١٠	٠,٣٩	٠,٥٨	٠,٢٢	٠,٣٣	-٠,٢٩
بلوغ السرعة القصوى	٠,٠٧	٠,٣٢	٠,٣٨	٠,١٤	٠,٢٩	-٠,٥٣
سرعة العدو في ٥ أمتار الأخيرة	-٠,٨٠	-٠.٩١	-٠,٩٦	٠,٥١	-٠,٨٣	-٠,٩٧
وقت تفاعل العداء عند خط البداية	-٠,٤٢	٠,٣١	٠,٤٦	-٠,٣٢	-٠,٠٦	-٠,٠٦

إن عامل الارتباط بين هذه المؤشرات ونتائج العدو في ١٠٠ م للعدائين والعداءات من صنف المستوى العالي والدرجة الثانية والمبتدئين موضح في الجدول (٢٣) أن المتغيرات التي تم بحثها في هذه التجربة ووفقًا للتصورات العلمية أنها مستقلة نسبيًا عن بعضها البعض لذلك خلال الوحدات التدريبية من الضروري اختيار التدريبات التي تؤثر بشكل مباشر في المتغيرات التي أظهرت ارتباطًا عاليًا بينها وبين مستوى الإنجاز للعدائين عينة البحث.

لقد اتضح من خلال النتائج وجود تدريبات متخصصة موجهة للعدائين المبتدئين هي:

١) سرعة التعجيل عند الانطلاق.

٢) مطاولة السرعة.

٣) مستوى السرعة القصوى.

٤) إطالة وقت الاحتفاظ بالسرعة القصوى.

أما بالنسبة لعدائي الدرجة الأولى فيمكن اعتبار تمارين المجموعة الثانية والثالثة هي المتخصصة فقط.

والجدير بالذكر أن المعلومات التي تم الحصول عليها لا تعتبر مطلقة ولا تتطابق دائمًا نتيجة للاختلاف في المستويات، وفي نفس متغيرات التجربة السابقة أجرى اختبار على مجموعة من عدائين من الدرجة الأولى في ظروف (١٠ – ٢٥) مباراة مما سمح بحساب العلاقات الارتباطية بين النتائج الرياضية وقيم المتغيرات موضع الدراسة.

يتضح أنه هناك عداءً فقط كان معامل ارتباطه قريب من معامل ارتباط المجموعة أما عند العدائين الآخرين فالتطابق يحدث فقط عند متغير مستوى السرعة القصوى تؤدي وبدرجة محددة لتطوير مطاولة السرعة كخاصية لعدائي هذه المجموعة. ويمكن أن نعتبر أن التمارين الموجهة لتطوير سرعة الانطلاق من البداية هي خاصية ذاتية لعدائي الدرجة الأولى وأن زيادة الزمن للاحتفاظ بالسرعة القصوى هي خاصية ذاتية لعدائي الدرجة الثانية ويجب تطويرها.

إن النتائج المشابهة التي تم الحصول عليها في لعبة كرة القدم وفي رمي الثقل وفي أنواع أخرى من الألعاب الرياضية تشير إلى أن السيطرة على الحمل التدريبي تصبح ممكنة في حالة تحديد التدريبات الجماعية والفردية التخصصية وتنفيذها خلال الوحدات التدريبية بما ينسجم مع ظروف المنافسات.

لقد أثبت أن مستوى الإنجاز في عدو المسافات القصيرة بدرجة كبيرة على كل من طول الخطوة وترددها، لذلك من الضروري استخدام التدريبات التي تؤثر بشكل مباشر على كل

من طول الخطوة وترددها مع الأخذ بنظر الاعتبار أن تردد الخطوة لا يمكن تطويرها بشكل مستمر وخاصة بالنسبة للرياضي المستوى العالي لذا لابد من استخدام نسب أكبر للحجوم التدريبية الخاصة في العملية التدريبية.

وفي تجربة أجريت لمدة ١٠ أسابيع على مجموعتين من العدائين نفذت نفس الحجم التدريبي لتدريبات السرعة وقد استخدمت المجموعة الأولى مسافات ٤٠ – ٥٠م عدو بالسرعة القصوى أما المجموعة الثانية فاستخدمت العدو لمسافة ١٠٠ – ١٢٠م بالسرعة القصوى وقد أجرى اختبار قبلي لعدو ١٠٠م واختبار بعدي كما تم قياس تردد الخطوات خلال مسافات معينة من السباق.

جدول (٢٤)

تردد الخطوات ومستوى الإنجاز في عدو المسافات القصيرة

المجموعة	نتيجة المراقبة	زمن عدو مسافة ١٠٠ م / ث	تردد الخطوات - الخطوة / ثا في المسافة				
			١ – ١٥	١٦ – ٣٠	٣٥ – ٥٠	٥١ – ٦٥	٨٥ – ١٠٠
١	الأولية	١١,٩٣	٣,٧٣	٤,٠٨	٤,١٣	٤,١٣	٣,٠٩
	النهائية	١١,٥٨	٣,٧٢	٤,١٩	٤,٢٤	٤,٢٩	٤,٢٠
٢	الأولية	١١,٩٢	٣,٧٥	٤,٠٩	٤,١١	٤,١١	٤,٩٦
	النهائية	١١,٧١	٣,٧٧	٤,١٨	٤,٢٣	٤,٢٩	٤,٠٩

اتضح من الجدول رقم (٢٤) أن العدائين في كلا المجموعتين قد تطورت مستوى إنجازاتهم لجميع متغيرات البحث إلا أن المجموعة التي استخدمت العدو بالسرعة القصوى لمسافات قصيرة من (٤٠ – ٤٥م) أظهرت تفوقاً على المجموعة الأخرى ولكن التأثير التدريبي لهذا الأسلوب أكبر. كما أن هذا الأسلوب لم يؤثر على مستوى الإنجاز لعدو ١٠٠م فقط بل على مستوى تحسين تردد الخطوة في الجزء الثاني من المسافة.

وهناك حالات كثيرة وخاصة في الألعاب الرياضية تتشابه فيها التمارين باتجاهها المهاري والبدني مع ظروف المنافسات لذا يجب تصنيفها ضمن التدريبات الخاصة، ولكن عند استخدام معدل ضربات القلب في الدقيقة أو أي مؤشر بدني آخر يشير في أغلب الأحيان

إلى عدم وجود تطابق بين شدة التمارين وشدة المباريات حيث أن معدل ضربات القلب خلال المباراة عند لاعبين بمستويات مختلفة من (١٧٠ - ١٧٧) ضربة / دقيقة، أما عند أداء التدريبات فلا يصل معدل ضربات القلب لهذا المستوى أو أقل منه بكثير وحسب معلومات ف. كيلر يساوي معدل ضربات القلب عند التهديف على المرمى بوجود خصم (١٠٨ - ١٤٢) ضربة / دقيقة وفي التهديف من الطائر أثر مناولة في الجناح (١٥٦) ضربة / دقيقة وفي ضربات من علامة الجزاء (١٥٠ - ١٨٠) ضربة / دقيقة. ومن أجل جعل هذه التمارين فعلاً تخصصية يجب أن تنفذ التمارين في تلك الحالة التي تكون فيها ظروف التنفيذ كسرعة تنقل اللاعبين وملازمة الخصم وغيرها قريبة جدًا من ظروف المباريات.

وقد أجرى غوديك تحليلاً لمباراة كرة اليد لمستويات متقدمة وأثبت أن ١٤ ٪ فقط من المناولات نفذت في ظروف قريبة للعب وأطلق على هذه الحالة باللاتطابق بين طبيعة الحمل التدريبي وطبيعة المباريات.

إن مراقبة تخصص الحمل التدريبي يعد أمراً مهما جدا لأنها تعمل على تقويم نوعية العملية التدريبية، وعادة يعتبر المدرب جيدًا إذا استطاع لاعبوه أن يحققوا نتائج عالية، وأن تنفيذ أحجام كبيرة من التمارين يظل أُحادي الجانب طالما لم تحدد النسبة بين التدريب المتخصص وغير المتخصص. ومن الناحية النوعية أن أفضل الإنجازات يمكن تحقيقها عند أداء حجم تدريبي كبير ومتخصص وخاصة لرياضيي المستويات العليا، حيث أن تفوق العداء الإيطالي بترومينيا صاحب الرقم العالمي السابق في عدو ٢٠٠ م لم يكن بسبب ذكائه وحبه للتدريب بل أن الحجم العام للحمل الخاص لمسافات أقصر من مسافة السباق ولمسافة السباق كانت الحصة الأكبر من التدريبات، كما أن خسارة الكثير من الفرق في الألعاب الرياضية المختلفة ليس لأنهم يتدربون أقل من زملائهم في الفرق الأخرى بل نسب حجم الحمل الخاص قليلة ولا تنسجم مع ما تتطلبه هذه الألعاب، وفي الجمناستك يتخذ حجم الحمل المتخصص مزايا وأهمية خاصة خلال الوحدات التدريبية ويجب أن يكون هناك تشابه بين التدريبات وطبيعة المنافسات من حيث المواصفات الكينماتيكية والديناميكية والطاقية وأن يتم تصنيف هذه التمارين حسب كمية المكونات المتطابقة فكلما كانت أكبر كلما كانت التمارين المتخصصة أكثر تخصصًا.

اتجاه الحمل التدريبي

النتائج الرياضية تعتمد بالدرجة الأساس على تلك الأنواع من التدريبات التي يكون لها تأثير مباشر وفعال في تطوير مستوى أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة، ففي عدو المسافات القصير يشترط في تطوير مستوى الإنجاز تحسين مستوى القوة والسرعة وبدرجة كبيرة وفي عدو المسافات المتوسطة لابد من إظهار مستوى عال من مطاولة السرعة وفي عدو

المسافات الطويلة تكون المطاولة العنصر الرئيسي لتحسين المستوى الذي يجب أن يوجه التدريب إلى تنمية الصفات التي تؤثر بشكل مباشر في المستوى.

إن تأثير التدريب الرياضي على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة تحدده العلاقة بين مكونات الحمل التدريبي وتوزيعها على الوحدة التدريبية أو على الدائرة التدريبية الأسبوعية فهناك تدريبات تهدف لتطوير المطاولة وأخرى للقوة والسرعة وغيرها لمطاولة القوة وعليه يجب توزيع تلك التدريبات في ضوء علاقتها بدرجة تأثيرها على الأجهزة الوظيفية وما تفرضه من متطلبات لاستعادة الشفاء كتعويض مصادر الطاقة والتخلص من الفضلات وتسديد الديون الأوكسجينية.

إن الحمل البدني الذي ينفذه اللاعبون يجب أن لا يؤمن فقط الاستجابات السريعة المكتسبة في الجسم بل يجب أن تنسجم هذه التأثيرات السابقة للأحمال البدنية المنفذة، فمن المعلوم أن الرياضي ينفذ أحمال تدريبية مختلفة ونتيجة لهذه الأحمال المختلفة تظهر تأثيرات وتغيرات بايوكيميائية وفسلجية مختلفة على أجهزة وأعضاء الجسم وتحتاج هذه التغيرات البايوكيميائية التي تحدث داخل العضلة ومصادر الطاقة المستهلكة إلى تعويض ومنها أجهزة وأعضاء الجسم الأخرى التي تحتاج إلى استعادة شفاء لذا يجب أن تكون استعادة الشفاء بعد التدريب تتناسب مع مستوى الحمل التدريبي المنفذ إذا كان قصوي أو أقل من القصوي لكي نضمن استجابات وتكيفات وظيفية تكون تأثيراتها الإيجابية أكبر وبالتالي تحسين الأداء الرياضي.

هناك ثلاثة أنواع من التأثير المتبادل بين الأحمال التدريبية السابقة والأحمال التدريبية اللاحقة:

١) التأثير الإيجابي بين الأحمال التدريبية.

٢) التأثير السلبي بين الأحمال التدريبية.

٣) التأثير المتعادل بين الأحمال التدريبية.

إن الاختيار غير السليم لتعاقب تنفيذ الأحمال التدريبية في الوحدة التدريبية أو بين الوحدات التدريبية تؤدي إلى تأثيرات سلبية على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة وتكون النتيجة معاكسة لما تم التخطيط له، وتظهر التأثيرات الإيجابية للتدريب إذا تم تنفيذ الوحدات التدريبية وفقا لما يلي :

أ) في البداية تنفذ التدريبات اللاأوكسجينية اللاحامضية أي التدريبات التي يستهلك فيها $ATP - PC$ التدريبات اللاأوكسجينية الحامضية أي التدريبات التي يتحلل فيها السكر لا أوكسجينيًا وهي تمارين مطاولة السرعة.

ب) في البداية تنفذ التدريبات اللاأوكسجينية اللاحامضية ومن ثم تنفذ التمارين الأوكسجينية أي التدريبات التي يتحلل فيها السكر والدهون أوكسجينيًا كما في المطاولة العامة.

جـ) في البداية تنفذ التدريبات اللاأوكسجينية الحامضية ومن ثم التدريبات الأوكسجينية.

إن استخدام المبادئ السابقة في تعاقب تنفيذ التدريبات في الوحدة التدريبية تؤمن تأثيرات إيجابية مستمرة وتخلق تكيفات قادرة على تحقيق مستوى أفضل من الأداء ومن الصعب الحصول على تأثير إيجابي لا ينسجم مع تلك المبادئ فلو تم تنفيذ التدريبات الأوكسجينية في بداية الوحدة التدريبية ومن ثم تنفيذ التدريبات اللأوكسجينية اللاحامضية أو الحامضية فسيكون التأثير المتبادل بين تلك الأحمال التدريبية سلبيًا وستكون الوحدات التدريبية ذات فاعلية قليلة.

وعليه تفترض السيطرة والتحكم في الأحمال التدريبية تقويم عناصر أو مكونات الحمل التدريبي والأخذ بنظر الاعتبار خمسة عناصر للسيطرة والتخطيط هي:

١) شدة التمرين (سرعة الأداء خلال تنفيذ التمرين).

٢) طول المسافة المقطوعة أو مدة تنفيذ التمرين.

٣) طول فترة الراحة بين التمارين.

٤) طبيعة فترة الراحة بين التمارين (راحة إيجابية، سلبية).

٥) حجم التمرين أو عدد التكرارات المنفذة.

وقد أظهرت الأبحاث أن هذه المجموعة من عناصر حمل التدريب تؤمن جميع الوسائل للمراقبة وتوجيه الأحمال التدريبية وتقويمها بشكل سليم ومن الضروري أن تضيف إلى تلك العناصر بعض الأمور التي تتعلق بالألعاب الرياضية وهي:

١) الصعوبة التنسيقية للتمرين المنفذ.

٢) عدد اللاعبين الذين ينفذون التمرين.

٣) طول الملعب الذي ينفذ فيه التمرين.

إن كل عنصر من العناصر السابقة له تأثير معين على أجهزة الجسم المختلفة فإذا كانت شدة التمرين في فعاليات (العدو أو السباحة أو الأداء المهاري والخططي والمصارعة) ليست عالية فإن استهلاك الأوكسجين خلال التمارين تلبي احتياجات الجسم بشكل تام ويكون استهلاك الطاقة قليل نسبيًا وتسمى هذه الحالة (تحت الحرجة).

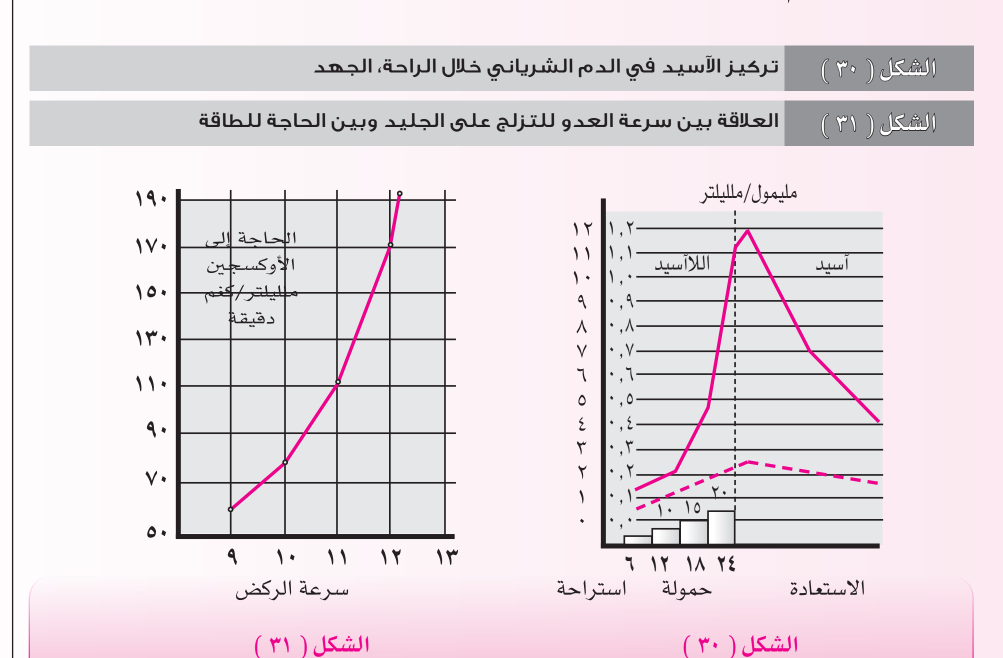
وعند زيادة شدة أداء التمارين بحيث يتساوى فيها الطلب على الأوكسجين مع احتياجات الجسم وفي الوقت نفسه يزداد وبشكل واضح استهلاك الطاقة ويمكن أداء مثل تلك التمارين لفترة طويلة وتسمى هذه الحالة (الحرجة أو الثابتة).

وإذا كانت شدة الأداء تشترط زيادة واضحة في الطلب على الأوكسجين نتيجة الشدة القصوى أو أقل من القصوى بحيث يحدث نقص الأوكسجين في أجهزة وأعضاء الجسم وحدوث ظاهرة الدين الأوكسجيني مع زيادة في استهلاك الطاقة فإن هذه الحالة تسمى (فوق الحرجة).

وقد تبدو معلومات ف. س. ايفانوف الذي بحث العلاقة بين شدة الأداء واستهلاك الطاقة ذات فائدة كبيرة حيث أثبت زيادة السرعة من ٩م/ث إلى ١٠م/ث لرياضيين من الصنف الأول فإن الطلب على الأوكسجين يزداد بمقدار ١٦ مليلتر / كغم / دقيقة عن السابق وعند زيادة سرعة الركض من ١٠م إلى ١١م/ثا، فإن هذه الزيادة تؤدي إلى زيادة الطلب على الأوكسجين بمقدار ٣٤ مليلتر/كغم/ دقيقة عن المقدار السابق والذي هو بحدود ١١٠ مليلتر / كغم / دقيقة وعند زيادة سرعة الركض من ١١م/ث إلى ١٢م/ث فإن الطلب على الأوكسجين سيزداد بسرعة جدًا حتي يصل مقدار استهلاك الأوكسجين إلى ١٩٠ مليلتر / كغم / دقيقة.

الشكل (٣٠) تركيز الآسيد في الدم الشرياني خلال الراحة، الجهد

الشكل (٣١) العلاقة بين سرعة العدو للتزلج على الجليد وبين الحاجة للطاقة



الشكل (٣٠)

الشكل (٣١)

لقد أوضح بلاتونوف أن السباحة بسرعة (٧٠٪) من السرعة القصوى تسبب استهلاك الطاقة بنسبة مقدارها (٧٥٪) من مقدار الطاقة التي تستهلك أثناء المنافسة. وأن ارتفاع سرعة السباحة من (٧٠ – ٧٥ ٪) يزيد استهلاك الطاقة بنسبة (٤٪) ومن (٨٠ – ٨٥٪) بنسبة (٩٪) وعند زيادة السرعة من (٩٠ – ٩٥٪) يزيد استهلاك الطاقة (١٦٪) وعند نسبة (٩٥ – ١٠٠٪) فتزيد استهلاك الطاقة بمقدار (٢٥٪).

من المعروف أن سرعة الأداء لتمرين معين يرتبط بطول فترة ذلك التمرين لأن هناك علاقة وطيدة بين سرعة الأداء وطول فترة التمرين فكلما قصرت فترة التمرين زادت سرعة أداءه وحيث أن التمارين تكون مختلفة في أطوال فتراتها وشدة أدائها لذا فإنها تؤمن بمصادر طاقة مختلفة.

جدول رقم (٢٥)

نسبة مصادر الطاقة اللاأوكسجينية والأكسجينية لفعاليات الجري لمسافات مختلفة

المسافة	زمن/ دقيقة/ث	نواتج الطاقة ٪		
		اللاأوكسجين اللاأسيدي	اللاأوكسجين الأسيدي	الأكسجيني
الماراثون ٤٢,١٩٥كم	١٣٥ - ١٨٠ دقيقة	٥	٥	٩٠
٦ ميل ٩٦٥٤م	٣٠ – ٥٠ دقيقة	٥	١٥	٨
٣ ميل ٤٨٢٧م	١٥ – ٢٥ دقيقة	١٠	٢٠	٧٠
٢ ميل ٣٢١٦م	١٠ – ١٦ دقيقة	٢٠	٤٠	٤٠
١ ميل ١٦٠٩م	٤ – ٦ دقيقة	٢٠	٥٥	٢٥
٨٨٠	٢ – ٣ دقيقة	٣٠	٦٥	٥
٤٤٠	١ – ١ دقيقة	٨٠	١٥	٥
٢٢٠	٢٢ – ٠ ثانية	٩٥	٢	٣
١٠٠	١٠ – ٠ ثانية	٩٥	٣	٢

إن مدى مساهمة نظام الطاقة اللاأوكسجينية والأوكسجينية لا يعتمد على طول مسافة التمرين فقط بل على شروط تنفيذ هذا التمرين فمثلاً في فعالية عدو ١٠٠ م تكون مساهمة النظام اللاأوكسجيني في إنتاج الطاقة بنسبة (٩٨٪) وتكون مساهمة النظام الأوكسجيني (٢٪) في حين نجد أن في فعالية ١٠٠ م سباحة حرة تكون مساهمة النظام اللاأوكسجيني في إنتاج الطاقة (٥٧٪) وللنظام الأوكسجيني ٤٣٪، وفي السباحة لمسافة ٤٠٠م تكون (٦٢٪) للاأوكسجيني و(٣٨٪) للنظام الأوكسجيني، وفي السباحة لمسافة ١٥٠٠م تكون (٩٪) للاأوكسجيني و (٩١) للنظام الأوكسجيني.

إن تناسبًا وصفيًا للتمارين الدورية أو الثنائية الحركة وقد أظهر أ. أ. شيبلوف تناسبًا وصفيًا للتمارين أو الحركات الأحادية حيث أكد أنه عند قذف الثقل بتكرار ٨ مرات / دقيقة فإن النسبة المساهمة للنظام اللاأوكسجيني تشكل ٣١٪ والأوكسجيني ٦٩٪ وعند زيادة سرعة الأداء بحيث يصبح (١٠) رميات في الدقيقة فإن نسبة المساهمة لكل نظام تتغير وتصبح ٤٧٪ للاأوكسجين و ٥٣ ٪ أوكسجيني أما إذا زادت سرعة الأداء إلى ١٥ رمية في الدقيقة فإن النسبة ستكون ٦٧ ٪ للنظام اللاأوكسجيني و ٣٣ ٪ للنظام الأوكسجيني.

ويتضح من العلاقات النسبية بين نتائج العدو والمؤشرات التي تصف الإمكانيات اللاأوكسجينية والأوكسجينية ففي المسافات من (١٠٠ – ٨٠٠ م) نلاحظ أن ما يحتاجه الرياضي من الأوكسجين هو أكبر بكثير من ما تم استهلاكه أثناء العدو لكل كيلو غرام واحد من وزن الجسم وهذا يعني أن هناك نقصًا في الأوكسجين داخل الخلايا مما يؤدي ذلك إلى حدوث ظاهرة الدين الأوكسجيني عند الرياضيين، وهذا يعكس قلة مشاركة الأوكسجين في إنتاج الطاقة حيث تعتمد إنتاج الطاقة في هذه الفعاليات على مشاركة الأوكسجين النظام اللاأوكسجيني أي يتم إنتاج الطاقة مع عدم كفاية الأوكسجين حيث يتم تحلل $ATP - PC$ وتحلل السكر لاأوكسجينيا دون الحاجة إلى وجود الأوكسجين جدول (٢٦) :

جدول رقم (٢٦)

الكمية القصوى لاستهلاك الأوكسجين والكمية القصوى للحاجة إلى الأوكسجين لمسافات مختلفة

المؤشر	المسافة م						
	١٠٠	٢٠٠	٤٠٠	٨٠٠	١٥٠٠	٥٠٠٠	١٠٠٠٠
القيمة القصوى لاستهلاك الأوكسجين مليلتر/كغم، دقيقة	– ٠,٠٤٧	٠,١٤٤	٠,٢٥٧	٠,٤٧٢	٠,٤٧٨	٠,٧٩١	٠,٨٢٣
القيمة القصوى للحاجة إلى الأوكسجين، لتر	٠,٥٦٢	٠,٥٨٩	٠,٧٢٤	٠,٦٠٦	٠,٢٦٥	٠,٢٢٥	٠,٢١٦

وكلما زادت مسافة السباق كلما زاد استهلاك الأوكسجين ويصل إلى قيمته القصوى في المسافات ٥ كم، ١٠ كم، وتجدر الإشارة إلى أن نتائج علاقات الطاقة الأوكسجينية واللاأوكسجينية في التمارين التي تستغرق فترة زمنية تتراوح (٣ – ٥) دقائق كما في ركض ١٥٠٠ م وسباحة ٤٠٠ م تكون متساوية تقريبًا . إذ أن الشدة في مثل تلك الفعاليات تكون عالية حيث يساهم نظام إنتاج الطاقة اللاأوكسجينية بمقدار (٥٠ – ٦٠ ٪) في حين تصل مساهمة نظام إنتاج الطاقة الأوكسجينية (٤٠ – ٥٠ ٪) وقد أجرى (فيمايلوف) دراسة حول قيمة الطلب على الأوكسجين أثناء العمل بقدرة ثابتة وفي ظروف مختبرية .

جدول رقم (٢٧)

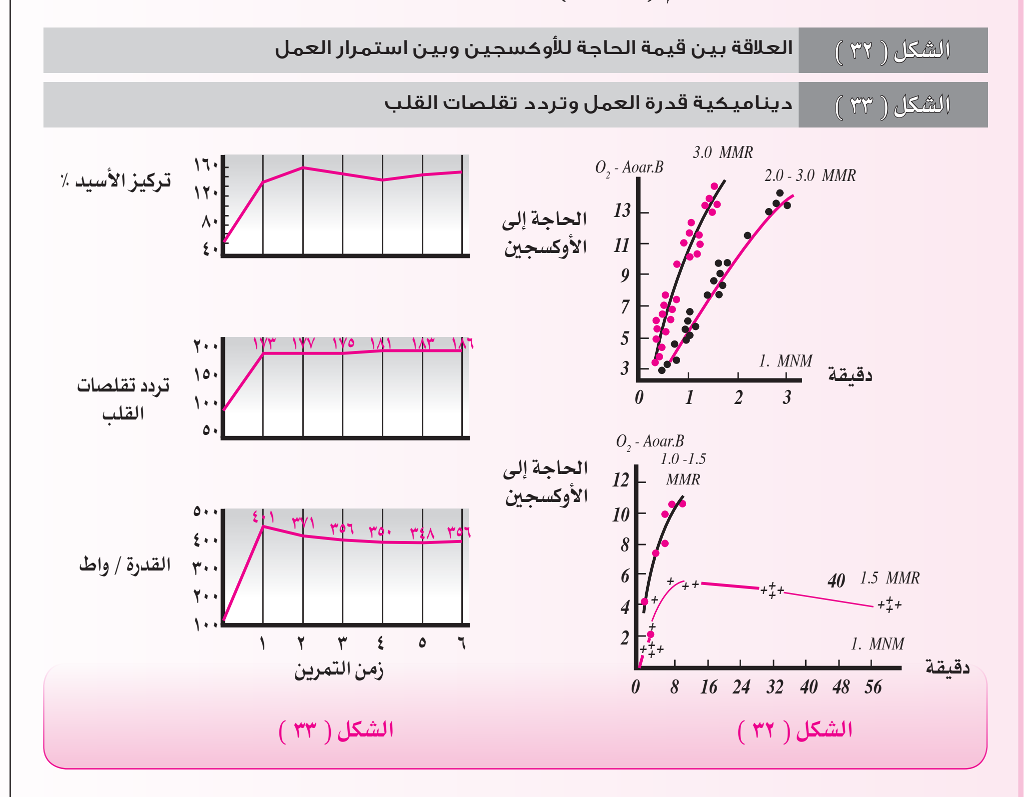
ديناميكية طلب الأوكسجين أثناء العمل بقدرة ثابتة وزمن مختلف

قدرة العمل كغم / دقيقة	استمرارية العمل / ث	الحاجة إلى ٢٠ مليلتر / كغم. د
١٣٢٠	١٥	١٣٠,٣
١٣٢٠	٣٠	٧٦,٦
١٣٢٠	٦٠	٥٨,٧
١٣٢٠	٩٠	٥٦,١
١٣٢٠	١٢٠	٥٣,٤
١٣٢٠	١٨٠	٥٤,٠
١٣٢٠	٢٤٠	٥٣,٩

وكما يتضح من الجدول (٢٧) أن قيمة الطلب على الأوكسجين في بداية ١٥ ثانية الأولى تتجاوز ضعف القيمة بعد مضي ٢ – ٤ دقائق. أن مثل هذه الديناميكية للطلب على الأوكسجين تعكس الانخفاض التدريجي في حصة مصادر إنتاج الطاقة اللاأوكسجينية وزيادة حصة مصادر إنتاج الطاقة الأوكسجينية ومن المعروف أنه إذا لم تكن شدة الجهد البدني عالية وأن استهلاك الأوكسجين لا يصل الحد الأقصى فإن الحاجة للأوكسجين ستصل إلى قيمتها القصوى عند الدقيقة ٨ – ١٠ ويصل الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ٦ لتر، ثم تتناقص تدريجيًا إلى ٣ – ٤ لتر خلال الجهد الذي يستمر لمدة ساعة، ولكن هذه العلاقة تأخذ شكلاً مغايرًا عند زيادة شدة الجهد البدني تزداد الحاجة إلى الأوكسجين لتبلغ مستوى يزيد عن ١٥ لتر عبر بداية الدقيقة الثانية، وفي هذا الوقت بين الدقيقة الأولى والثانية عند

أداء جهد بدني بالقدرة القصوى فإن معدل ضربات القلب وتركيز حامض اللاكتيك في الدم يصل قيمته القصوى شكل رقم (٣٣، ٣٤).

الشكل (٣٢)	العلاقة بين قيمة الحاجة للأوكسجين وبين استمرار العمل
الشكل (٣٣)	ديناميكية قدرة العمل وتردد تقلصات القلب



الشكل (٣٣) الشكل (٣٢)

<u>إن الاستمرار بالجهد البدني لفترة طويلة يمكن أن يحدث تأثيرات على أجهزة وأعضاء الرياضي بطريقتين:</u>

- إذا كانت شدة التمرين لا تتعدى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين فيلاحظ بعد فترة من الجهد البدني ارتفاع معتدل في المستوى الوظيفي لجميع أجهزة وأعضاء الجسم وعند الاستمرار بالجهد تنتظم قيم التغيرات والتأثيرات الوظيفية ومن ثم تتناقص تدريجيًا.
- إذا كانت شدة التمرين عالية نلاحظ زيادة خطية لردود أفعال أجهزة وأعضاء الجسم وتزيد إمكانية صرف الطاقة وتقود عمليات الاستهلاك الكبير للطاقة إلى التعب ويستدعي ذلك تخفيض شدة التمرين.

إن أداء أحمال بدنية بفترات متساوية ولكنها مختلفة في التنفيذ قد تنفذ بشكل مستمر أو على شكل تكرارات تسبب تأثيرات تدريبية مختلفة من حيث حجم هذه

التأثيرات أو اتجاهها كما أن طول فترات الراحة بين التكرارات تحدد وبدرجة كبيرة قيمة وطبيعة التغيرات والتأثيرات التي يسببها الحمل البدني على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة وتعتمد طول فترات الراحة بين التكرارات على طول فترة التمرين ومستوى الشدة التي ينفذ فيها وكذلك على خصوصية وقدرة وتكيف الأجهزة الوظيفية للرياضي ومستواه التدريبي.

وقد أجرى (فيايلوف) تجربة على متسابقي الدراجات من المستويات المتقدمة نفذت على جهاز الدراجة الثابتة وكانت مدة الحمل البدني ٤ دقائق ثم تقسيمها بالشكل التالي: ١٥ ثانية جهد ٣٠ ثانية راحة، ١٥ ثانية جهد ٤٥ ثانية راحة، ١٥ ثانية جهد ٤٥ ثانية راحة، ١٥ ثانية جهد ٤٥ ثانية راحة، ١٥ ثانية جهد، وكانت شدة الأداء أثناء الجهد البدني عالية تراوحت بين (١٥٣٠ - ١٧٢٩) كغم / دقيقة.

وأثناء الراحة بين التكرارات تراوحت بين (١٢٢٤ - ١٣٧٦) كغم/ دقيقة، حيث يتضح أن أداء جهد بدني متشابه في الشدة والزمن، وتم قياس المتغيرات الوظيفية في بداية الجهد ثم استمر بهذا الجهد وتم قياس نفس المتغيرات نهاية الجهد أي بعد حوالي ٤ دقائق وهذا يعني تم تنفيذ الحمل البدني في مراحل مختلفة من تعب العضلات وزيادة معدل المتغيرات الوظيفية حيث زادت قيمة الأوكسجين بنسبة من (١٠٤ - ١٧٦ ٪) وزاد الطلب على الأوكسجين بأكثر من مرتين، كما ازداد التنفس بمقدار (١٥ - ٤٠ ٪) وهذا بالطبع يقود إلى صرف الطاقة بكمية أكبر.

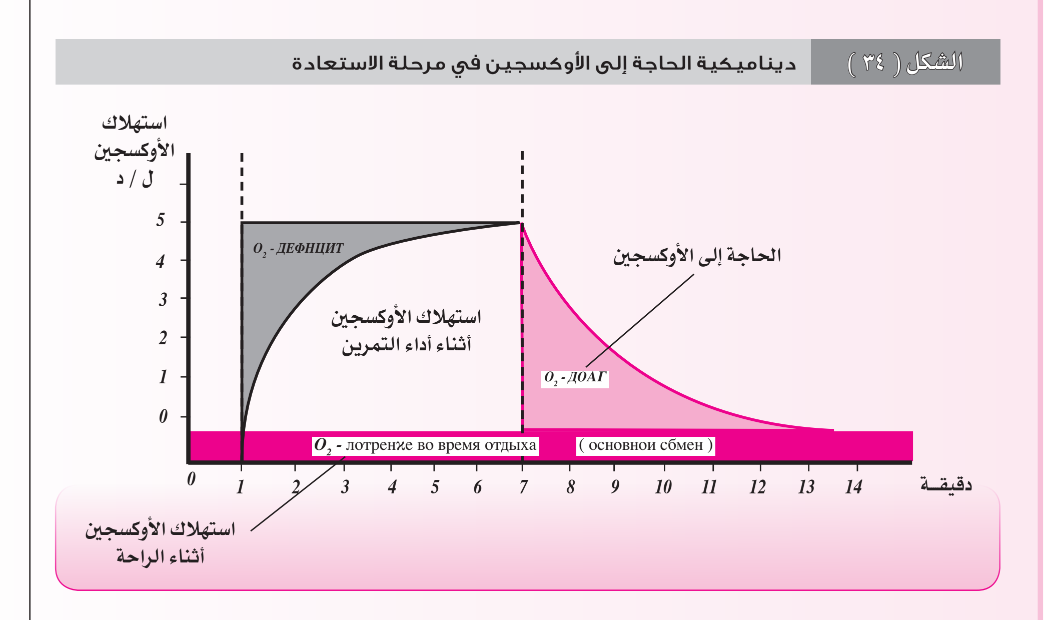
تمر فترة استعادة الشفاء بعد الجهد البدني بثلاث مراحل هي:

١ - تجري استعادة الشفاء في البداية بشكل سريع ثم تتباطأ تدريجيًا، وكما هو موضح في الشكل رقم (٣٤) حيث أن الجزء الأكبر من الدين الأوكسجيني يعوض خلال (٢ - ٣) دقائق الأولى بشكل واضح ومن ثم تتناقص كمية التعويض.

٢ - تتم استعادة المؤشرات الأخرى لوظائف الجسم في أوقات مختلفة فمثلاً أن المستوى الأولي لاستهلاك الأوكسجين بعد الجهد البدني يعوض بعد ٣٠ دقيقة في حين أن مصادر الطاقة تحتاج إلى وقت أطول من ذلك كتعويض الكلايكوجين.

٣ - طول فترة عمليات الاستعادة تحدد بدرجة كبيرة بمستوى الحالة التدريبية.

الشكل (٣٤) ديناميكية الحاجة إلى الأوكسجين في مرحلة الاستعادة



عندما يتساوى الحمل البدني من حيث الشدة وطول المدة ويكون هناك تغير في فترات الراحة بين التكرارات فإن التأثير التدريبي لهذا الحمل سيكون مختلفاً وخاصة في الفعاليات التي يكون زمنها قصير كعدو المسافات القصيرة فمثلاً عند أداء تمرين ٥ × ٦٠ م بشدة ٩٠ – ١٠٠ ٪ وبراحة كاملة تصل من (٤ – ٦) دقائق فإن التأثير التدريبي لهذا الحمل البدني يكون مخصصًا لتطوير السرعة القصوى ولكن إذا نفذ هذا الحمل بفترات راحة قصيرة بين التكرارات تصل إلى ٣٠ – ٤٥ ثانية فإن التأثير التدريبي لهذا الحمل سيكون موجهًا نحو تطوير تحمل السرعة بشكل خاص.

جدول رقم (٢٨)

التأثير التدريبي لفترات الراحة المختلفة لدى سباحي المسافات القصيرة

نوع الراحة	سرعة السباحة ٪	التأثير التدريبي
مختصرة	٨٠ – ٩٦	الأفضلية لتطوير التحمل الخاص
غير كاملة	٨٨ – ٩٦	تطوير السرعة والتحمل الخاص في آن واحد
كاملة	٨٨ – ٩٦	تطوير السرعة

إن استخدام مسافات تدريبية لغاية ٨٠ م يجب أن تؤدى بالسرعة القصوى وأن تكون الراحة بين التكرارات كاملة تقريبًا أي هبوط النبض تحت ١٢٠ ض / د. إن المستوى الوظيفي لبعض أنظمة الجسم يكون في بداية الراحة أكبر مما هو عليه في نهاية الجهد.

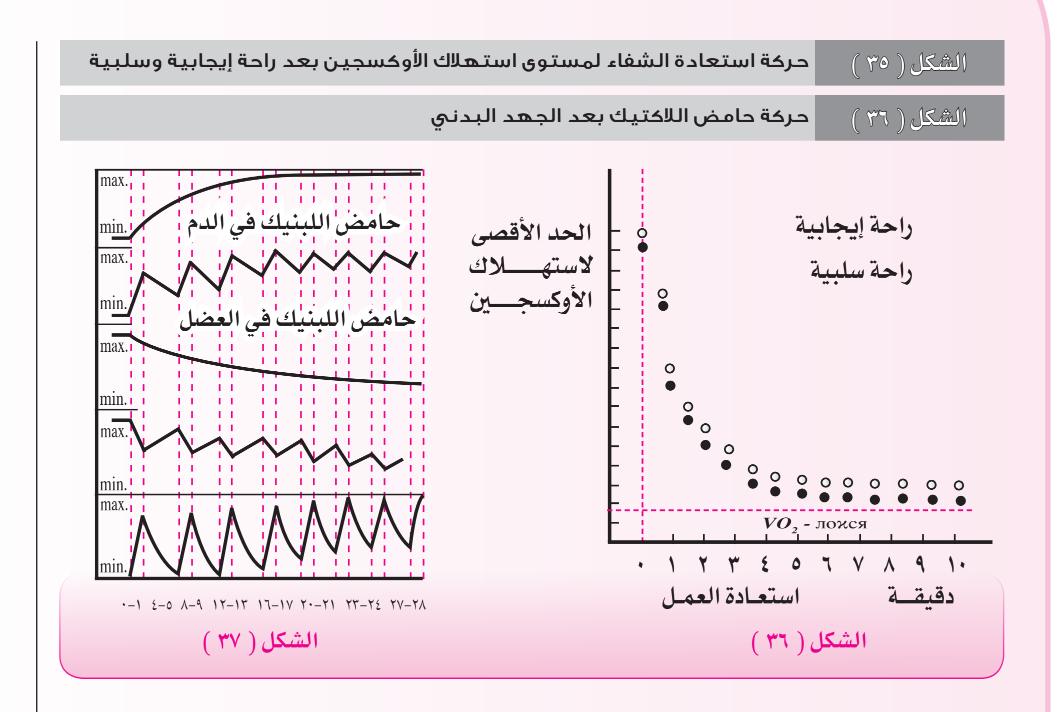
إن تركيز الحامض في الدم الشرياني سيصل إلى قيمته القصوى عند الدقيقة الثالثة للاستعادة.

تؤثر طبيعة الراحة بين التكرارات على استعادة عمليات الشفاء فعند استغلال فترات الراحة بعمل ما كالمشي أو الهرولة الخفيفة (راحة نشطة أو إيجابية) فإن أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة تبقى محافظة على فعاليتها بمستوى معين كالقلب والجهاز التنفسي وخصوصًا في الحمل التدريبي الذي يتميز بشدة عالية فمثلاً في العدو المتغير إذا نفذت فترة الراحة بتكرارات وشدة متوسطة مقارنة بفترات راحة سلبية (غير نشطة) فإن تأثيرها على المستوى الوظيفي غير كبير. وقد وضح ذلك (كاتشي وجليمان) في تجربة أدى فيها ١٤ رياضي حملين تدريبيين متشابهين وبقدرة قصوى وعلى جهاز الدراجة الثابتة ولمدة ٦٠ ثانية وكان الحمل التدريبي الأول يشمل على أداء قصوى على الدراجة ولمدة ٦٠ ثانية ثم راحة نشطة إيجابية وهي تخفيض الحمل بمعدل ٥٠ دورة في الدقيقة وبدون مقاومة ثم أداء قصوي على الدراجة ولمدة ٦٠ ثانية ثم أعيد نفس الحمل بعد يومين على نفس العينة ولكن نفذ الراحة بين الحملين براحة غير نشطة (سلبية) وفي نهاية كلا الحملين ثم قياس معدل الاستهلاك الأقصى للأوكسجين ومعدل ضربات القلب في الدقيقة وخلال ١٠ دقائق من انتهاء الحمل (شكل ٣٦) حيث اتضح أن كلا المنحنيين اللذين يصفان سرعة عمليات الاستعادة يسيران باتجاه واحد وأن الاختلافات بين كل من هذين المتغيرين ليست ذا أهمية.

إن تأثير الحمل التدريبي يكمن في تحديد قيم الحجم والشدة وطول فترات الراحة ونوعها ومدى استجابة وتكيف الأجهزة الوظيفية لهذا الحمل ومقدار استهلاك الطاقة والفضلات الناتجة عن ذلك، إن مخزون المواد التي تحتوي على الطاقة، فوسفات الكرياتين والكلايكوجين العضلي ينخفض بين تكرار وآخر ولكن بالمقابل تركيز حامض اللاكتيك في العضلات والدم حتي يصل إلى الحد الأقصى في التكرار الرابع أو الخامس في الفعاليات التي يكون فيها تحليل السكر لا أوكسجينيًا حيث تكون شدة هذه التدريبات من ٨٥ – ١٠٠ ٪ ومدتها لا تتجاوز الثلاث دقائق والراحة بين التمارين تصل إلى ١٣٠ ض / د. كما تنخفض قيمة استهلاك الأوكسجين تدريجيًا أثناء الراحة. أن مثل هذه التدريبات يظهر تأثيرًا كبيرًا وواضحًا في الوظائف اللاأوكسجينية والأوكسجينية لأجهزة وأعضاء الجسم المختلفة.



الشكل (٣٥)	حركة استعادة الشفاء لمستوى استهلاك الأوكسجين بعد راحة إيجابية وسلبية
الشكل (٣٦)	حركة حامض اللاكتيك بعد الجهد البدني



الشكل (٣٦)

الشكل (٣٧)

إن صعوبة تناسق الأداء في التدريبات الخططية الحديثة تؤثر بصورة إيجابية على الأنظمة الوظيفية للجسم وبشكل خاص على الوظائف التنظيمية للحركة وتنمي قدرتها في الاقتصاد بالعمل من خلال العضلات العاملة وعدم استخدام العضلات التي لا تشترك في العمل وتقليل الأخطاء حيث يمكن أن ازدادت هذه الأخطاء بصورة واضحة في مثل هذه الظروف من حيث أن عدد اللاعبين الذين ينفذون التمرين تعتبر عناصر تخصصية لابد من السيطرة والتحكم فيها وأن تغير قيم هذه العناصر بالزيادة والنقصان يقود إلى ارتفاع وانخفاض الصعوبة التنسيقية للواجبات الحركية وتأثيراتها الوظيفية.

يحظى تصنيف الحمل التدريبي وفق قيم مكوناته بأهمية خاصة فإذا نفذ الرياضي حمل تدريبي مقداره ١٠ × ١٠٠٠ م بسرعة متوسطة وبعد يوم نفذ ركض ٧ كم بسرعة متوسطة وهكذا فمن الضروري التذكر أن تغير واحد من هذه المكونات أو أكثر يقود إلى تغير جوهري في قيمة واتجاه المؤشرات التدريبية الفورية.

ويظهر في الجدول (٢٩) تصنيف الحمل التدريبي حسب الاتجاه واستنادًا إلى قيم مكوناته حيث يعكس هذا التصنيف للأحمال التدريبية خاصية أنظمة إنتاج الطاقة المختلفة، إن نظام إنتاج الطاقة اللاأوكسجينية يشارك في جميع التدريبات حيث تكون بداية أي تمرين لا أوكسجينيًا وحتى في التدريبات طويلة الأمد لأن الأجهزة الوظيفية للتعب والدورة الدموية

والتنفس تحتاج إلى بعض الوقت يقدر حوالي (٢٥) ثانية لكي يصل الأوكسجين المستنشق في بداية التمرين إلى الخلية وعليه فإن في هذه الفترة يتم إنتاج الطاقة لا أوكسجينيا وبهذه الحالة فإن مشاركة نظام إنتاج الطاقة اللاأوكسجينية يكون في حدوده الدنيا وخاصة في الفعاليات التي يكون زمن أدائها طويلاً ويؤدي بشدة متوسطة كعدو المسافات الطويلة وسباق الدراجات والتجديف ومن وجهة النظر فإن هذه التدريبات تكون موجهة لتطوير المطاولة العامة حيث يكون الأوكسجين المستهلك كبيرًا وأن معدل ضربات القلب تصل إلى (١٤٠ – ١٨٠) ض / د .

تنفذ التدريبات اللاأوكسجينية اللاحامضية والتي تتميز بالشدة القصوى ولمدة قصيرة حيث يتم فيها استهلاك مصادر الطاقة ATP – PC وبسبب قلة كميات هذه المواد فإنها تستنفذ بسرعة وبحدود (٨) ثوان الأولى من بداية الجهد بعدها يتدخل السكر بالتحلل لا أوكسجينيًا لإعادة بناء ATP حيث يبدأ العمل بهذا النظام من (٨) ثوان وحتى (٣) دقائق ونتيجة لنقص الأوكسجين عند استخدام مثل هذه التدريبات ذات الشدة من (٨٥ – ١٠٠) فإن حامض اللاكتيك يتجمع في العضلات والدم بشكل كبير حتى يصل إلى ٢٥٠ ملغم / سم٣ من الدم عند عدائي المستويات العليا في فعالية ١٥٠٠م.

جدول رقم (٢٩)

قيم عناصر الحمل التدريبي حسب أنظمة إنتاج الطاقة

اتجاه الحمل	عناصر الحمل: طول التمرين	شدة التمرين	فترة الراحة	عدد التكرار
اللاأسيدي اللاأوكسجيني القوة – السرعة	لغاية ٦ ث	القصوى	١ – ٢ دقيقة بين التمارين ٣ – ٥ بين السلاسل	٦ – ٧ تكرار في السلسلة الواحدة ٥ – ٦ سلاسل
الأسيدي اللاأوكسجيني تحمل السرعة	أ – ٠,٣ – ٢,٠ دقيقة في العمل الواحد ب – ٠,٣ – ٢,٠ دقيقة في العمل المتكرر	أقل من القصوى أقل القصوى	٣ – ١٠ دقائق	٣ – ٦
أوكسجيني لا أوكسجيني	أ – ٠,٢ دقيقة ب – ٠,٥ – ١,٥ دقيقة ج – ٣ – ١٠ دقائق د – ٣٠ دقيقة	كبيرة كبيرة كبيرة من المعتدلة إلى أقل من القصوى في حالات متغيرة	أ – ٠,٢ – ٠,٥ دقيقة بين التمارين ولغاية ٣ دقائق بين السلاسل ب – ٠,٥ – ١,٥ دقيقة بين التمارين ولغاية ٦ دقائق بين السلاسل ج – غير محددة ولكن لغاية الاستعادة الكاملة د – ـــــــ	أ – ٢ – ٤ تكرر في السلسلة ٥ – ٦ سلاسل ب – ١٠ فأكثر للعمل المتكرر الواحد ج – ٥ – ٦ تكرار في السلسلة عند ٢ – ٤ من السلاسل د – ـــــــ
الأوكسجيني التحمل العام	أ – ١ – ٣ دقائق ب – ٣ – ١٠ دقائق ج – ٣٠ دقيقة فأكثر	معتدل معتدل من القليل إلى الكثير في عمل متغير	٠,٥ – ١,٥ دقيقة غير محدد إعادة العمل حسب الإمكانية ـــــــ	١٠ تكرار فأكثر، ٨ – ٥ في السلسلة ٢ – ٦ سلاسل ٦ – ٨ ـــــــ
تحمل القوة	أ – ١,٥ – ٢,٠ دقيقة ب – للنهاية	كبيرة كبيرة	١,٥ – ٢,٠ دقيقة ٣ – ٤ دقائق	سلسلة من ٦ – ٥ تمارين يجرى تكرارها ٣ – ٤ مرات ٤ – ٦

ويغير الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وكمية حامض اللاكتيك في العضلات والدم مؤشرات فسيولوجية ذات قيمة كبيرة في تحديد مستوى الحالة التدريبية للرياضيين وتقدم معلومات وافرة عن مدة الإمكانيات اللاأوكسجينية والأوكسجينية للرياضيين.

وعند تصنيف الأحمال التدريبية حسب اتجاهها فإن الأحمال التدريبية اللاأوكسجينية تؤدي زيادة قوة العضلات من خلال زيادة الكتلة العضلية كما أنها تطور مطاولة القوة. ويجب على المدرب عند تصنيف الأحمال التدريبية المستخدمة أن يتبع القيم الموضحة في الجدول (٢٩) كدليل لهذا التصنيف.

الصعوبة التنسيقية للأحمال التدريبية

إن الصعوبة التنسيقية للأحمال التدريبية تعني مدى أو مستوى صعوبة التمرين من الناحية البدنية والمهارية والخططية والنفسية ومدى تناسق الأداء للاعب نفسه أو لمجموعة اللاعبين الذين ينفذون التمرين حيث تقسم التمارين إلى مجاميع تبعًا لدرجة صعوبتها فمثلاً في الفعاليات الدورية كالعدو والسباحة فإن الصعوبة التنسيقية لهذه الفعاليات غير كبيرة ولكن في ألعاب المصارعة والملاكمة والجمناستك والغطس وكرة القدم فإن مستوى الأداء والنتائج الرياضية تعتمد عليه بشكل كبير. ففي الشكل رقم (٣٧) ينفذ اثنان من اللاعبين تمرينًا بحيث يركض اللاعب (أ) من الجانب ومعه الكرة ويعمل مناولة بالقرب من علامة الجزاء إلى زميله الذي يركض لاستقبال هذه المناولة ويرسلها إلى المرمى.

إن الحمل التدريبي لهذا التمرين يحدد بسرعة تنفيذ هذا التمرين وعدد التكرارات وطول فترة الراحة ومدى صعوبته التنسيقية وعند تقويمنا لهذا التمرين فهو يصنف ضمن التمارين البسيطة التي لا تحتاج جهدًا بدنيًا وعقليًا كبيرًا للتنفيذ فلذلك ان استخدام مثل تلك التدريبات للمستويات المتقدمة يكون غير مناسب، ويمكن تعقيده من خلال وضع اثنين من الدفاع في منطقة الجزاء لعرقلة إرسال واستقبال المناولة والتهديف.

عند ملاحظتنا للفرق المتقدمة في الألعاب الجماعية ككرة القدم والطائرة والسلة واليد وغيرها أن اللاعبين ينفذون تمارين ذات صعوبة تنسيقية عالية تحتاج إلى جهد بدني كبير، لذلك فإن لياقاتهم البدنية الخاصة تكون بمستوى عالي ونتيجة لتكرار مثل تلك الأحمال التدريبية فإن اللاعب يخوض المباريات فالفريق الذي ينفذ مثل تلك التدريبات بحجم كبير وبصعوبة تنسيقية عالية لأغلب التمارين فإن النتائج ستكون موفقة. ومن أجل أداء أحمال تدريبية تتطلب درجة عالية من الصعوبة التنسيقية لابد من مراعاة ما يلي:

١ ـ تنفيذ التمارين بمسافات وأبعاد مختلفة.

٢ ـ استخدام بدايات مختلفة للتمرين من الجانبين والوسط.



٣ ـ تغير سرعة وتردد إيقاع التمرين.

٤ ـ إضافة واجبات مكملة بعد التنفيذ تقع ضمن التمرين.

٥ ـ استخدام أدوات وأجهزة في التمرين لها شروطها في التنفيذ كالموانع والشواخص وغيرها.

٦ ـ تعقيد التمرين من خلال إدخال أشكال تنسيقية أخرى لزيادة صعوبة التمرين.

٧ ـ زيادة عدد اللاعبين الذين ينفذون التمرين.

تظهر الصعوبة التنسيقية بشكل واضح في الفعاليات التي تتطلب درجة عالية من التوافق والدقة والمرونة كالجمناستك والتزلج الفني على الجليد والغطس وغيرها، إن الإنجازات الرائعة التي تحققت في المنافسات الأولمبية والدولية كان من نصيب الرياضيين الذين كان عندهم عناصر الصعوبة التنسيقية في الحركات وكانت أكثر عددًا وإتقانًا مما جعلهم يتفوقون في تلك المنافسات.

قيمة الحمل البدني

هو مقدار أو مستوى التأثيرات البدنية والفسيولوجية على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة ويحدد في ضوء شدة التمارين المنفذة وطول مدتها وفترات الراحة بين التمارين وعدد التكرارات والطريقة التدريبية المستخدمة وأساليب تنفيذها هذا تحت مصطلح الحمل الخارجي. أما الحمل الداخلي فهو عبارة عن تأثير الحمل الخارجي على الأجهزة الوظيفية كالقلب والدورة الدموية والتنفس وغيرها ويمكن تقويمه عن طريق بعض المؤشرات منها الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والدين الأوكسجيني ومعدل ضربات القلب والكفاءة البدنية وغيرها من المؤشرات الوظيفية.

مراقبة الحمل التدريبي

إن المؤشرات التي تصلح لتقويم ومراقبة الحمل التدريبي كثيرة ومنها على سبيل المثال المسافة التي يقطعها الرياضي عند تنفيذه التمارين البدنية أو المدة الزمنية التي يستغرقها التمرين وسرعة تنفيذ التمارين وطول فترات الراحة بين التكرارات وبين المجاميع وعدد الوحدات التدريبية في اليوم والأساليب التدريبية المستخدمة والوسائل والخطط التي تنفذها وحدة الزمن.

السيطرة على حجم التدريب

يوجد مؤشران رئيسيان لقياس حجم التدريب يصلحان للاستخدام لجميع أنواع الرياضة بلا استثناء:

أ) الزمن الذي يستغرقه التدريب في الوحدة التدريبية الواحدة.

ب) عدد الوحدات التدريبية في الأسبوع وفي الدائرة التدريبية المتوسطة والكبيرة.

إن المعلومات المتوفرة حول هذه المؤشرات كثيرة حيث أن الحجم التدريبي ومستوى النتائج الرياضية وخاصة في فعاليات السباحة وألعاب القوى حيث ازدادت الأحجام التدريبية بشكل كبير حتى وصلت عند عدائي المسافات الطويلة ٨ آلاف كم خلال السنوات وهذا يعني أن حجم الركض الاسبوعي يتجاوز ٢٠٠ كم وهو يزيد عن الحجوم التدريبية خلال السنوات الماضية بثلاث أضعاف وهذه الزيادة ناتجة عن زيادة الوحدات التدريبية خلال الأسبوع وخاصة خلال فترات الإعداد.

وفي الوقت الحاضر حصل حجم التدريبي الخاص على أهمية كبيرة وانتشار واسع لدى المدربين نظرًا للنتائج والإنجازات الرياضية التي تحققت في الدورات الأولمبية والبطولات الدولية من خلال زيادة نسبة الحجوم الخاصة من مجمل الحمل التدريبي السنوي وأخذت التمارين التخصصية مكانة بارزة في جميع مراحل الإعداد وخاصة بالنسبة للمستويات المتقدمة ولجميع الفعاليات الفردية والفرقية ففي عدو المسافات القصيرة بلغ زمن التدريبات الخاصة خلال السنة ٣٠٠ ساعة لعدائي المستويات العليا في حين بلغ زمن التدريبات العامة ١٠٠ ساعة خلال السنة وبلغ زمن التدريبات الخاصة لرياضيين من الصنف الأول ١٩٥ ساعة ومن الصنف الثاني ٦٣ ساعة ومن الصنف الثالث ٤٦ ساعة.

وأخذت حجم التدريبات الخاصة ذات القوة القصوى أو أقل من القصوى أهمية كبيرة في فعاليات السباحة كما موضح في الجدول رقم (٣٠) حيث يعتمد مستوى الإنجاز على نسبة حجم التدريبات الخاصة والتي تتضمن حجم التمارين الخاصة وتمارين المنافسات من الحجم الكلي للسباحة.

وفي الفعاليات التي تتميز بالقوة السريعة كفعاليات الوثب والرمي ورفع الأثقال كما هو الحال بالنسبة للفعاليات الدورية كالسباحة والعدو يجب الأخذ بنظر الاعتبار الأهمية الكبرى للتدريبات الخاصة والعامة فتدريبات القوة السريعة لهذه الفعاليات تميل إلى التدريبات الخاصة ومن الضروري تصنيف هذه التمارين حسب تأثيراتها على الناحية البدنية الوظيفية وما مدى مقدار تخصصها في الفعالية فالواثب العالي عندما ينفذ تمرين القفز لأعلى برجل واحدة مع استخدام وزن يعتبر هذا التمرين أكثر تخصصًا من تمرين الحجل للأمام وكذلك العدو في المنحنى لمسافة ٢٠ م هي أكثر تخصصًا من العدو في المستقيم وعليه يجب تصنيف هذه التمارين إلى مجاميع كل حسب مقدار تخصصه وتأثيره على العضلات العاملة في المنافسة.

جدول رقم (٣٠)

حجم التدريبات الخاصة نسبة إلى الحجم الكلي خلال شهر لعدد من السباحين من ذوي المهارات العالية وفي درجات مختلفة من المستوى الرياضي

الصنف	الحجم الإجمالي كم	حجم شدة السباحة	
		كم	نسبة إلى الحجم العام ٪
رياضي الدرجة الثالثة	٣١	١٣	٤٢
رياضي الدرجة الثانية	٦٠	٣٢	٥٤
رياضي الدرجة الأولى	٨٥	٥٤	٦٤
مرشح إلى بطل	١٢٢	٩٠	٧٤
بطل	١٢٢	٩٤	٧٦

تقاس الحجوم بفاعلية رفع الأثقال عن طريق حساب وزن الأثقال المرفوع مضروبة بعدد التكرارات في كل مستوى من مستويات الشدة الخمسة وهي الشدة الخفيفة والتي تمثل أقل من ٥٠ - ٦٠ ٪ من أقصى وزن يرفعه الرياضي في التمرين المحدد والشدة المتوسطة من ٦٠ - ٧٠ ٪ والشدة العالية من ٧٠ - ٨٠ ٪ والشدة الأقل من القصوى من ٨٠ - ٩٠ ٪ والشدة القصوى من ٩٠ - ١٠٠ ٪ وكما هو موضح في الجدول رقم (٣١).

عند استخدام مثل هذه التدريبات لابد من الأخذ بنظر الاعتبار أن المستويات الثلاثة الأولى من الشدة لها تأثير تدريبي ووظيفي يختلف عن المستويات الأخيرة كونها تمارين أكثر تخصصًا وتتناسب مع ما تتطلبه الفعالية في المنافسات لذا يجب زيادة الحجوم التدريبية في هذه المستويات من الشدة.

وفي المصارعة والألعاب الرياضية تتحقق مراقبة الحجم باستخدام المؤشرات السابقة وأن ينظر إلى خصوصية التمارين قبل كل شيء إلى مقدار الصعوبة التنسيقية والخططية للتمارين واتجاهها التدريبي وتأثيراتها الوظيفية، لذا فإن إمكانية تحديد الشدة لهذه التدريبات تحتاج إلى دقة أكبر من قبل المدربين، حيث أن تأثير التمارين في أغلب الأحيان تأخذ طابعًا مختلطًا وعليه فإن حساب الحجوم التدريبية اللاأوكسجينية اللاحامضية واللاأوكسجينية الحامضية والأوكسجينية والمختلطة يكون صعبًا . ولكن تحديد ذلك ضروريًا لكل مدرب وإلا فإن العملية التدريبية سوف لن توجه بشكل سليم وأن التأثيرات البدنية والوظيفية ربما لا تتناسب مع ما تتطلبه الفعالية والمرحلة التدريبية وما يحتاجه الرياضي، وبذلك تكون النتائج في المنافسات غير موفقة.

جدول رقم (٣١)

الأحجام التدريبية ونسبتها المئوية
لمستويـات الشـدة المختلفـة برفـع الأثقـال

تـاريـخ تـنـفـيـذ التمرين	مستويـــات مناطـــق الشـــدة										
	١- ٥٠ - ٦٠٪		٢- ٦٠ - ٧٠٪		٣- ٧٠ - ٨٠٪		٤- ٨٠ - ٩٠٪		٥- ٩٠ - ١٠٠٪		
	٦٠ كغم	٦٥ كغم	٧٠ كغم	٧٥ كغم	٨٠ كغم	٨٥ كغم	٩٠ كغم	٩٥ كغم	٩٧,٥ كغم	١٠٠كغم	١٠٥كغم
٥/٢٥	٢	٢	٢	٢	٢	١	٢	١	١	١	١
٥/٢٧	٤	٢	٤	٢	٤	٢	١	٢	١	٢	٢
٥/٢٨	٢	٢	٢	٢	٢	٢	٢	١		١	
٦/١	٢	٢	٢	١	٢	٢	١	١		١	
٦/٣	٢	٢	٤	٢	١	٢	٤	١		١	
٦/٥	٤	٢		٢		١	١				
٦/٧		٢		٢		٢	١				
٦/٩		٢		٢		١	١				
٦/١١		٢		٢		٢	١				
٦/١٤		٢		٢		٢	٢				
٦/١٧		٢		٤			٢				

إن قيمة الحمل البدني يتحدد في العديد من الألعاب الرياضية بطريقة معدل ضربات القلب، وأن التسجيل المستمر لمعدل ضربات القلب لبضعة أيام يعطي إمكانية تحديد حجم الحمل وأن إحدى الطرق لمعرفة ذلك موضحة في الجدول رقم (٣٢) والذي يتحدد من خلال الفرق بين معدل ضربات القلب في أيام التدريب وأيام الراحة.

جدول رقم (٣٢)

تأثير حمل التدريب على معدل ضربات القلب خلال يوم التدريب ويوم الراحة

المستوى الرياضي	يوم التدريب	يوم الراحة	الفـــرق
درجة أولى	١٠٤٨٥٣	٩٣٤٥٠	١١٤٠٣
رياضي بطل	١١١١٥٠	٩٤٦٥٠	١٦٥٠٠
درجة أولى	١٠٤٥٥٠	٩٣٧٠٠	١٠٨٥٠
درجة أولى	١٠٥٦٥٠	٩١٢٥٠	١٤٤٠٠
درجة أولى	١٠٩٥٠٠	٩٧٥٠٠	١٢٠٠٠
رياضي بطل	١٠١٧٠٠	٨١١٧٠	٢٠٥٣٠
المعـــدل	**١٠٦٢٣٤**	**٩١٩٥٠**	**١٤٢٨٤**



شدة الحمل التدريبي

هو درجة أو قيمة أو مستوى صعوبة الأداء ويقاس بالزمن أو المسافة أو الكيلوغرام ومن الضروري التمييز بين نوعين من الشدة وهي الشدة القصوى وهي الشدة التي تستخدم عادة في المنافسات والشدة النسبية التي تستخدم في التدريب، وفي الألعاب التي يكون فيها الزمن حاسمًا في النتيجة كألعاب القوى والسباحة وغيرها فإن استخدام القيمة القصوى للسرعة كمؤشر للشدة القصوى في المنافسات يكون مبنيًا على أساس غير سليم، فمثلاً أن سرعة معدل عدائي المستويات العليا في فعالية عدو ٤٠٠ م تساوي ٩,١٣ م / ث. ولكن في عدو مسافة ٣٠ م من البدء المتحرك تصل السرعة القصوى إلى ١١,٥ م / ث. فإذا اعتبرنا المستوى الأخير هو الشدة القصوى ونحاول تعميمه على عدو ٤٠٠ م فعندئذ يكون توجيهنا للعملية التدريبية غير موفق بسبب أن السرعة القصوى الأخيرة لا يمكن الاستمرار بها أكثر من ٨٠ – ٩٠ م الأولى من ٤٠٠ م ثم تهبط تدريجيًا.

إن تحديد شدة التدريب هو عملية تخصصية بحتة لذا من الضروري الاهتمام بالمؤشرات التي تستخدم في الحمل التدريبي بدقة عالية لأن تلاعب أو تغير بأحد هذه المؤشرات كالحجم أو الشدة أو الراحة فإن هدف التدريب سوف يتغير، في ألعاب القوى والسباحة والتجديف، وبعض الفعاليات الأخرى تتحدد شدة التدريب في ضوء قيمة أو سرعة العدو إذا أخذنا بنظر الاعتبار أن الشدة القصوى للتدريب تقاس بواسطة سرعة المنافسة فالعداء الذي يقطع مسافة ١٥٠٠ م في ٤ دقائق فإن معدل سرعة الركض ستساوي ٦,٢٥ م / ث وهذه تعتبر الشدة القصوى في المنافسة، لذا يفضل قياس الشدة النسبية للتمرين من الشدة القصوى للمنافسة، فإذا فرضنا أن هذا العداء قطع مسافة ٦٠٠ م في التدريب بزمن ١,٣٠ دقيقة فإن معدل سرعته ستكون تقسيم المسافة على الزمن، وبذلك يكون معدل سرعته ٦,٦٦ م / ث، وفي هذه الحالة فإن سرعته النسبية مقارنة بسرعته القصوى للسباق تكون ١٠٧ ٪ وفي تمرين آخر قطع المسافة نفسها بزمن ١,٥٠ دقيقة فإن سرعته النسبية في هذه الحالة مقارنة بسرعته في السباق ستكون (٨٧٪).

إن شدة التدريب تحدد عمق التغيرات الوظيفية للجسم ففي المثال السابق أن معدل ضربات القلب في عدو مسافة ١٥٠٠ م يساوي ١٧٠ ضربة / دقيقة وهذا يعبر عن القيمة القصوى في المنافسة، فإذا قطع هذا العداء في التدريب مسافة ٨٠٠ م وكان معدل ضربات القلب ١٨٨ ضربة بالدقيقة فإن الشدة النسبية ستكون ١١١ ٪، وإذا قطع مسافة ١٠٠٠ م وكان معدل ضربات القلب ١٦٢ ضربة بالدقيقة فإن الشدة النسبية ستكون ٩٥,٣ ٪.

لقد اتجه علماء التدريب الرياضي والمدربين في الوقت الحاضر نحو استخدام معدل ضربات القلب لتحديد الشدة التدريبية باعتبار أن معدل ضربات القلب خلال الجهد والراحة

هو أفضل مؤشر فسيولوجي يمكن من خلاله تحديد الكثير من المتغيرات ومنها مستوى الحالة التدريبية طول فترات الراحة بين التمارين تحديد نظام الطاقة المستخدمة في التمرين ويمكن تحديد الشدة النسبية بالمعادلة التالية والتي تعتمد معدل ضربات القلب في الجهد والراحة كأساس لها :

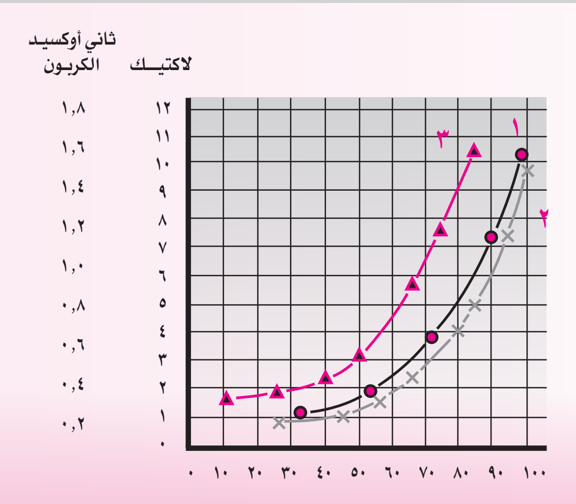
$$\text{الشدة النسبية} = ١٠٠ \times \frac{\text{معدل ضربات القلب بعد الجهد مباشرة} \times \text{معدل ضربات القلب في الراحة}}{\text{معدل ضربات القلب القصوى} - \text{معدل ضربات القلب في الراحة}}$$

فإذا فرضنا ما يلي :

$$\text{الشدة النسبية} = \frac{١٠٠ \times ١٧٤ - ٥٢ = ١٢٢}{٢٠٦ - ٥٢ = ١٥٤} = ٧٩ \%$$

إن معدل ضربات القلب في الراحة تحدد صباحًا بعد الاستيقاظ من النوم ومن وضع الاستلقاء ويقاس معدل ضربات القلب القصوى من خلال اختبار على الدراجة الثابتة وبجهد بدني يزداد تدريجيًا حتى يصل إلى أقصى جهد .

الشكل (٣٨)	العلاقة بين فائض ثاني اوكسيد الكربون (أ) وتركيز حامض اللبنيك (٣،٢) وبين شدة الحمل عند رياضيين مختلفين في الإعداد البدني
	يمثل المحور الشاقولي: مستوى الفائض لثاني أكسيد الكربون (لتر/ دقيقة) وتركيز حامض اللبنيك ملغم / ١٠٠ مليلتر
	والمحور العرضي: الإنتاجية الأوكسجينية كنسبة ٪ من القيمة القصوى



ومن الضروري الإشارة إلى أن استخدام قيم متساوية في النسبة المئوية لمؤشرات الشدة التدريبية وتأثيراتها الفسيولوجية لرياضيين مختلفين في المستوى ويستخدمون نفس الشدة التنفسية والأيضية والقلبية لكل منهما، وكما في الشكل (٣٨) ويبدو هذا الاختلاف واضحًا في مستويات الشدة القصوى، أما فيما يتعلق بالقيم المتوسطة والصغيرة فإن العلاقة تكون خطية بين الشدة التدريبية والمؤثرات البدنية الفسلجية وتبدو بشكل جيد.

لقد درس (غوديك) العلاقة بين سرعة العدو ومعدل ضربات القلب للاعبي كرة القدم واقتراح المعادلة التالية $(F = 30\,v + 52)$ ، حيث تشير (F) إلى معدل ضربات القلب و (V) إلى سرعة العدو م / ث وباستخدام هذه المعادلة يمكن التنبؤ بسرعة الجري المعينة بدقة عالية جدًا، فعلى سبيل المثال كان معدل ضربات القلب للاعبي كرة القدم الذين اختيروا للجري لمسافة ٣٠٠٠ م قطع اللاعبون هذه المسافة بفترة زمنية مقدارها ١٢ دقيقة أما إذا طبقنا المعادلة أعلاه فإن معدل ضربات القلب يساوي ١٧٧ ضربة / دقيقة. علماً بأن المعادلة المقترحة يمكن استخدامها فقط في الألعاب الرياضية ولا تصلح للاستخدام لفعاليات ألعاب القوى لأن معدل ضربات القلب للاعبي ألعاب القوى عندما ينفذون التمرين بالسرعة المشار إليها يكون قليل جدًا.

في رفع الأثقال يعتبر أفضل إنجاز في تمرين ما هو مؤشر للشدة المطلقة فعلى سبيل المثال رفع أحد الرباعين ١٢٠ كغم في رفعه النتر في إحدى السباقات أو الاختبارات التدريبية بحيث أنه لا يستطيع رفع أكثر من هذا الوزن فيسمى هذا الوزن (القوة القصوى) لهذا الرباع في هذا التمرين أو الشدة القصوى أما الشدة النسبية فهي مقدار الأثقال المرفوعة نسبة إلى القوة القصوى أو الرقم القياسي للرباع، فعلى سبيل المثال نفذ رباع في رفعة النتر في التمرين الرفعات التالية (٧٠ كغم × ٢) (٨٠ كغم × ٢) (٩٠ كغم × ٢) (١٠٠ كغم × ١) علمًا أن الرقم القياسي لهذا الرباع هو ١٢٠ كغم. ومن أجل حساب الشدة النسبية لهذا التمرين تجمع كل الرفعات وتقسم على عددها فيصبح المعدل ٨٣ كغم لذا فإن الشدة النسبية لهذا التمرين :

$$\frac{٨٣ \times ١٠٠}{١٢٠} = ٦٩\ \%$$

وفي ألعاب القوة السريعة كالألعاب الرياضية فإن الطبيعة المتغيرة للتمارين في هذه الألعاب والتغيرات في الأحمال التدريبية خلال التمارين فإن قياسها مباشرة يكون صعبًا نوعًا ما أما قياس المتغيرات الفسيولوجية لهذه الألعاب يكون أقل صعوبة.

لقد اتخذ مؤشر ضربات القلب في قياس وتقويم الشدة في ألعاب المصارعة انتشارًا واسعًا: فقيمة الشدة خلال المباريات تعتبر هي الشدة القصوى وفي التمارين معيارًا للشدة النسبية، وفي كرة القدم فإن معدل ضربات القلب للاعبي الدوري الممتاز في روسيا كانت حوالي (١٧١ - ١٨٥) ضربة/دقيقة، وهي تمثل الشدة القصوى في المباريات، وفي تمرين مربع ٤ × ٢ كانت الشدة النسبية ٦٩٪ وفي تمرين لعب مباراة في نصف الساحة ٥ × ٥ كانت الشدة ٧٣ ٪ وفي تمارين الإحماء مع الكرة كانت الشدة النسبية ٦٠ ٪.

وقد اقترح (صافين) معادلة تستخدم في الألعاب الرياضية لكرة القدم وفي الألعاب التي تنفذ في وحدتها التدريبية تمارين مختلفة الشدة لذا من المفيد في تحديد شدة الوحدات بأكملها استخدام المعادلة التالية:

$$\text{الشدة النسبية} = \frac{\text{فترة تنفيذ كل تمرين} \times \text{الشدة النسبية لكل تمرين}}{\text{مجموع فترة تنفيذ التمارين}}$$

جدول رقم (٣٣)

تحليل الشدة النسبية في التدريب للاعبي كرة القدم

التمرين	فترة التنفيذ / دقيقة	الشدة النسبية ٪
إدخال الكرة للإحماء	٦	٦٠
تمارين التطوير الشامل	١٠	٦٤
التعجيل بدون كرة	٥	٧٤
مناولة الكرة بين شخصين	١٠	٧١
مناولة الكرة خلال الحركة مع التصويب	٢٠	٨٢
مربع ٢ × ٤	١٥	٩٩
اللعب في عرض الملعب ٨ × ٨ في هدف صغير	٢٤	٩١



تصنيف الحمل التدريبي وفقًا للشدة

يمكن لشدة التدريب المنفذة في أنواع الألعاب الرياضية المختلفة أن تكون متباينة بصورة كبيرة، وهذا يؤثر بدوره على قيمة واتجاه الاستجابات والتكيفات الوظيفية. وقد أعطى علماء التدريب وفسيولوجيا التدريب الرياضي اهتمامًا واسعًا لإيجاد الحلول لمثل تلك المواضيع التي تصنف الحمل التدريبي وفقًا لشدة تنفيذها حيث بحث العلماء العلاقة بين السرعة والفترة الزمنية لاستمرار التمرين، وتم تصنيف أربعة مستويات للشدة (القدرة) هي:

١- مستوى القدرة القصوى (فترة تنفيذ التمرين من ١ - ٣٠) ثانية.

٢- مستوى القدرة شبه القصوى (فترة تنفيذ التمرين من ٣٠ ثانية - ٥ دقائق).

٣- مستوى القدرة العالية (فترة تنفيذ التمرين من ٥ دقائق - ٤٠ دقيقة).

٤- مستوى القدرة المتوسطة (فترة تنفيذ التمرين أكثر من ٤٠ دقيقة).

وتم تحديد لكل مستوى من هذه المستويات قيمة ملائمة للمؤشرات الفسيولوجية.

وقد صنف (زيمكن) الحمل التدريبي بأربعة مستويات وتم قياس الأوكسجين المستهلك ومقدار الطاقة المصروفة وسميت المجموعة الأولى مستوى الحمل الخفيف، حيث يكون صرف الطاقة لا يتجاوز ٣ كيلو كالوري في الدقيقة ومقدار استهلاك الأوكسجين ٠,٦ لتر / دقيقة، والمجموعة الثانية سميت الحمل المتوسط حيث يكون الطاقة المصروفة من ٣ - ٥ كيلو كالوري في الدقيقة ومقدار استهلاك الأوكسجين من (٠,٦ - ١) لتر / دقيقة. أما المجموعة الثالثة مستوى الحمل الشديد، فقد كانت مقدار الطاقة المصروفة من (٥ - ١٠) كيلو كالوري / دقيقة واستهلاك الأوكسجين من (١ - ٢) لتر / دقيقة. والمجموعة الرابعة مستوى الحمل القصوى، فقد كانت مستوى صرفيات الطاقة تزيد عن (١٥ كيلو كالوري / دقيقة) وكمية الأوكسجين المستهلكة تتجاوز (٢) لتر في الدقيقة.

كما تم تصنيف سبعة مستويات للشدة وتتصف كل واحدة منها بدرجة معينة من القيم الخاصة بمؤشرات القلب والتنفس، كما موضح في الجدول رقم (٣٤).

جدول رقم (٣٤)

تصنيف الأحمال البدنية مع قيم مؤشرات التنفس والقلب والطاقة المصروفة

وصف العمل	التنفس الرئوي لتر / دقيقة	استهلاك الأوكسجين لتر / دقيقة	الطاقة المصروفة كيلو كالوري / دقيقة	تردد تقلصات القلب ضربة / دقيقة
١- خفيف جدًا	١٠	٠,٥	٢,٥	٨٠
٢- خفيف	١١ – ٢٠	٠,٥ – ١,٠	٢,٥ – ٥,٠	٨٠ – ١٠٠
٣- معتدل	٢١ – ٣٥	١,٠ – ١,٥	٥,٠ – ٧,٥	١٠٠ – ١٢٠
٤- ثقيل	٣٦ – ٥٠	١,٥ – ٢,٠	٧,٥ – ١٠,٥	١٢٠ – ١٤٠
٥- ثقيل جدًا	٥١ – ٦٥	٢,٠ – ٢,٥	١٠,٠ – ١٢,٥	١٤٠ – ١٦٠
٦- ثقيل للغاية	٦٦ – ٨٥	٢,٥ – ٣,٠	١٢,٠ – ١٥,٠	١٦٠ – ١٨٠
٧- ثقيلا بلا حدود	٨٥ فأكثر	٣,٠ فأكثر	١٥,٥ فأكثر	١٨٠ فأكثر

وهناك تصنيف أكثر دقة يوضح مستويات القدرة من خلال تحديد الفترة الزمنية لتنفيذ التمارين وارتباطها بالمتغيرات الفسيولوجية. وكما موضح في الجدول رقم (٣٥).

ومن الضروري الإشارة إلى أن كل مستوى من مستويات الشدة يعكس آلية تأمين الطاقة المناسبة له، فعلى سبيل المثال أن التمرين الذي يكون في مستوى الحمل القصوي يرتبط بنظام الطاقة اللاأوكسجيني اللاأسيدي، وفي المستوى الثاني من الشدة وهي الشدة الأقل من القصوى فيمكن تقسيمها إلى مجموعتين من التمارين، فالمجموعة الأولى التي تضم التمارين التي تستغرق من ٢٠ ثانية إلى ١٢٠ ثانية وهي مرتبطة بنظام الطاقة اللاأوكسجينية الأسيدية، وفي المجموعة الثانية من الشدة الأقل من القصوى وتضم التمارين التي يستغرق أداؤها من (٢ – ٥) دقائق.

أما المستوى الثالث والرابع من الشدة والمتمثلة بالقدرة الكبيرة والمتوسطة فإنها تؤمن الآلية الأوكسجينية من إنتاج الطاقة.

جدول رقم (٣٥)
المواصفات الفسلجية لأعمال ذات قدرة نسبية مختلفة

المؤشـــــر	منطقة القدرة النسبية			
	القدرة القصوى	القدرة الأقل من القصوى	القدرة الكبيرة	القدرة المعتدلة
الحد الأقصى لفترة العمل	لغاية ٢٠ ث	٢٠ ث – ٥ د	٥ – ٣٠ د	أكثر من ٣٠ د
الطاقة المصروفة النوعية كيلو كالوري / ث	٤,٠	٠,٥ – ٤	٠,٤ – ٠,٥	٠,٣
الاستهلاك الشامل للطاقة	لغاية ٨٠	ما يقارب ١٥٠	ما يقارب ٧٥٠	لغاية ١٠٠٠٠
استهلاك الأوكسجين في العمل	غير كبير	قريب من القيمة القصوى	القيمة القصوى	أقل من القيمة القصوى
طلب الأوكسجين استهلاك الأوكسجين	١ : ١٠	١ : ٣	٥ : ٦	١ : ١
الحاجة إلى الأوكسجين	لغاية ٨	١٨ فأكثر	لغاية ١٢	لغاية ٤
مستوى تركيز حامض اللبنيك (ملغم ٪)	لغاية ١٠٠	لغاية ٢٠٠	٥٠ – ١٠٠	لغاية مستوى الراحة
مستوى التنفس الرئوي ل / دقيقة	لغاية ٥٠	١٠٠ – ١٥٠	١٠٠ – ١٥٠	لغاية ١٠٠
الحجم الداخلي للدم	أقل من القيمة القصوى	قريب من القيمة القصوى	القيمة القصوى	أقل من القيمة القصوى

وفي تصنيف الأحمال التدريبية في ألعاب القوى أن تمارين الراحة الإيجابية (تمارين استعادة الشفاء بين التكرارات) عمليًا لا تظهر تأثيرًا يذكر على أجهزة وأعضاء الجسم وحتى على رياضيي متوسطي المستوى وتوجه الأحمال التدريبية للمنطقة الثانية وهي التمارين التي تحافظ على مستوى التدريب الذي تم التوصل إليه وتطور مستوى الإمكانيات الأوكسجينية (المطاولة العامة). أن قيمة تأثير هذه التمارين يكون متوسطًا وفي المنطقة الثالثة أو المستوى الثالث من الأحمال التدريبية، والتي سميت منطقة التطوير تستخدم تمارين موجهة لتطوير الإمكانيات الأوكسجينية واللاأوكسجينية، ويكون نواتج استهلاك الطاقة تراكم حامض اللاكتيك في العضلات والدم. وعمومًا أن مستوى تركيز حامض اللاكتيك وقيمة مؤشر التوازن الحامضي القاعدي (PH و B) يشير إلى أن هذا المستوى من الشدة ينتسب وفق مؤشراتها إلى اتجاه الأحمال البدنية الأوكسجينية. وتوجه تمارين المنطقة الرابعة (الاقتصادية) إلى تطوير معظم الصفات البدنية وتطوير مستوى الكفاءة الخاصة للعدائين حيث يصل استهلاك الأوكسجين إلى المستوى القصوي، وهو دلالة على أن الجهاز القلبي الوعائي والتنفسي يعمل بقدرة عالية لتأمين الأوكسجين والمواد الغذائية للعضلة.

وتوجه الأحمال التدريبية الأقل من القصوى لتطوير مطاولة السرعة وتكون نواتج الطاقة اللاأوكسجينية قريبة من القصوى ويزداد تراكم حامض اللاكتيك، ويقل إنتاج الطاقة أوكسجينيًا، ويجب اختيار الفترات المثلى للراحة بين التكرارات التي من شأنها أن تقلل من كمية حامض اللاكتيك.

وتوجه الأحمال التدريبية القصوى (المنطقة السادسة) لتطوير واكتمال نوعية السرعة ومطاولة السرعة، ويقل دور إنتاج الطاقة الأوكسجينية بشكل كبير وبالمقابل يزداد دور إنتاج الطاقة اللاأوكسجينية اللاأسيدية حتى يبلغ القيمة القصوى في هذا المستوى من الشدة.

إن شمولية هذا التصنيف للأحمال التدريبية يمكن أن يكون أساسًا للفعاليات الدورية كالسباحة والدراجات وغيرها، ومن خلال هذا التصنيف يمكن تحديد وتوجيه الأساليب التدريبية المتخصصة وغير المتخصصة، ويعطي إمكانية تقويم التأثير الإجمالي لجميع الأحمال التدريبية على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة.

وفي فعاليات الصراع الزوجي كالملاكمة والمصارعة تتحدد قيمة الأحمال التدريبية في حاصل ضرب فترة تنفيذ التمرين في الشدة التي تحتسب عادة بالوحدات وبين الجدول (٣٦) تصنيف الأحمال التدريبية في المصارعة والتي اعتمدت أساسًا على معدل ضربات القلب، فعندما يكون معدل ضربات القلب حوالي (١٢٠ - ١٢٩) ضربة / دقيقة في التمرين فإن هذا التمرين يعتبر خفيفًا ويقيم بعلامة واحدة.

جدول رقم (٣٦)

مستويات الشدة وقيمة وحداتها ومعدل ضربات القلب في المصارعة

الشدة	التقويم (وحدة)	تردد تقلصات القلب	
		خلال ١٠ ثوان	ضربة / دقيقة
القصوى	٨	٣٢ – ٣٣	١٩٢ – ١٩٨
	٧	٣٠ – ٣١	١٨٠ – ١٨٦
كبيرة	٦	٢٨ – ٢٩	١٦٨ – ١٧٤
	٥	٢٦ – ٢٧	١٥٦ – ١٦٢
متوسطة	٤	٢٤ – ٢٥	١٤٤ – ١٥٠
	٣	٢٢ – ٢٣	١٣٢ – ١٣٨
قليلة	٢	٢٠ – ٢١	١٢٠ – ١٢٦
	١	١٨ – ١٩	١٠٨ – ١١٤

إن جدولة شدة الأحمال التدريبية لها فائدة كبيرة في العملية التدريبية حيث تستخدم في التدريب تمارين مختلفة الشدة، وعليه ينبغي جمع الأحمال التدريبية وتقويمها لمرحلة معينة. وفي الواقع أن العلاقة بين وحدات التقويم ومعدل ضربات القلب هي علاقة خطية وهذه العلاقة تكون مميزة في مستويات الشدة الخفيفة والمتوسطة وعند زيادة قدرة الأداء البدني تزداد قيمة المؤشرات والمتغيرات على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة وتصبح أكثر تأثيرًا ولكن وحدتها منخفضة مقارنة بتأثيراتها على الأنظمة الوظيفية للجسم. انظر الجدول (٣٧)، وعليه فقد تم اقتراح التصنيف التالي وفقًا لتأثيراته التدريبية وكما موضح في الجدول (٣٧).

يتضح أن زيادة معدل ضربات القلب في التدريب الأوكسجيني بمقدار ٦ ضربات بالدقيقة وتقوّم بعلامة واحدة وفي التدريب المختلط اللاأوكسجيني والأوكسجيني يكون التقويم من (٢ – ٣) علامات وفي التدريب اللاأوكسجيني يكون التقويم بمقدار من (٤ – ٨) علامات لكل زيادة مقدارها ٦ ضربات بالدقيقة.

جدول رقم (٣٧)

تصنيف شدة الأحمال التدريبية وفقًا لمعدل ضربات القلب

اتجاه المؤثر التدريبي	تردد تقلصات القلب ضربة / دقيقة	التقويم
الأوكسجيني	١١٤	١
	١٢٠	٢
	١٢٦	٣
	١٣٢	٤
	١٣٧	٥
	١٤٤	٦
	١٥٠	٧
اكسجيني - لا أوكسجيني (مختلط)	١٥٦	٨
	١٦٢	١٠
	١٢٨	١٢
	١٧٤	١٤
	١٨٠	١٧
	١٨٦	٢١
	١٩٢	٢٥
	١٩٨	٣٣

وقد حصل تحديد قيمة شدة الأحمال التدريبية وفق صرفيات الطاقة كيلو كالوري انتشارًا واسعًا في التطبيق الرياضي وفي الاختبارات الفسيولوجية، كما هو واضح أن العملية التدريبية في الفعاليات الرياضية المختلفة تستخدم تمارين ذات فترات وشدة وراحة مختلفة وفي ظروف مختلفة وطبيعية تكون غير متساوية. لذا يمكن تقويم شدة الأحمال التدريبية على الأجهزة الوظيفية من خلال تحديد صرفيات الطاقة خلال التمرين والوحدة التدريبية شريطة أن تكون قيمة صرفيات الطاقة ممكنة التحديد بدقة عالية.

هناك بعض الفعاليات ترتبط بصرف طاقة عالية جدًا خلال وحدة الزمن مثل عدو المسافات القصيرة والقفز العالي والرمي ورفع الأثقال وعلى الرغم من مجموع الطاقة المصروفة قليلة خلال الفعالية إلا أن قيمتها كبيرة عند قياسها بوحدة الزمن الثانية، أي في الثانية الواحدة تكون صرفيات الطاقة كبيرة جدًا، فمثلاً في عدو المسافات القصيرة ١٠٠م يكون مجموع صرفيات الطاقة عند أداء عدو ١٠٠م بزمن من ١٠ – ١١ ثانية مقداره ٥٠ ثانية وهي قليلة مقارنة بجري ١٠٠٠٠م بزمن ساعة، حيث يكون مصروف الطاقة حوالي ١٨٠٠ كيلو كالوري، إلا أنه عند مقارنة قيمة الطاقة المصروفة خلال ثانية نجد أنه في عدو ١٠٠م يكون صرف الطاقة خلال الثانية الواحدة ٥ كيلو كالوري في حين في ركض ١٠٠٠٠م تكون حوالي (٠,٥٠) كيلو كالوري، وكما هو موضح في الجدول رقم (٣٨).

جدول رقم (٣٨)

قيمة استهلاك الطاقة في فعاليات ألعاب القوى

التمريـــن	الطاقة المصروفة / كيلو كالوري / ث
١٠٠ متر	٥,٠
٤٠٠ متر	٣,٠
٨٠٠ – ١٠٠٠ متر	٢,٠
١٥٠٠ – ٣٠٠٠ متر	١,٠
٥٠٠٠ – ١٠٠٠٠ متر	٠,٧٥
١٠٠٠٠ م – ساعة واحدة	٠,٥٠
ساعة واحدة – الماراثون	٠,٤٠
الجري البطئ جدًا	٠,٢٥

لتحديد قيمة الأحمال البدنية لابد من ضرب قيمة الطاقة المستهلكة في فترة استمرار التمرين، وتتحدد قيمة الأحمال البدنية لفترة معينة يكون من خلال حاصل جمع قيمة استهلاك الطاقة لكل وحدة تدريبية ويقسم على مجموع الوحدات التدريبية أما قياس الطاقة المستهلكة لكل وحدة تدريبية يكون مثلاً في كرة القدم كل دقيقة يستهلك اللاعب ١٥ كيلو كالوري وحيث أن اللاعب في المباراة يلعب ٩٠ دقيقة لذا تضرب ١٥ × ٩٠ فيكون الناتج ١٣٥٠ كيلو كالوري خلال المباراة، وفي سباق ركض ١٠ كم تكون قيمة الطاقة المستهلكة لكل دقيقة من (١٦ - ١٨) كيلو كالوري حيث أن زمن ١٠ كم يساوي حوالي ٣٠ دقيقة لذا فإن كمية الطاقة المستهلكة تكون (١٦ × ٣٠) = ٤٨٠ كيلو كالوري، ويستهلك عداء الماراثون والذي يقطع مسافة (٤٢,١٩٥) كم بزمن (٢,١٥) ساعة طاقة مقداره من (١٥ - ١٧) كيلو كالوري بالدقيقة وخلال المسافة كلها مجموع الطاقة المستهلكة حوالي ٢٣٠٠ كيلو كالوري.

طرق تقويم الحمل البدني في المنافسات

يفهم من الحمل البدني للمنافسات هي عدد المنافسات أو المباريات التي يشارك فيها الرياضي في مرحلة معينة وأن تقويمها أصبح ذا أهمية خاصة لما لها من دور وتأثير كبير في تطوير مستوى الإنجاز حيث تعد المنافسات من أهم عناصر تطوير الأداء لذا فقد اتجهت الآراء في الوقت الحاضر إلى زيادة عدد المنافسات خلال السنة. فعلى سبيل المثال كان عدد المنافسات التي يخوضها عداؤو ١٠٠ م من المستويات العليا حوالي ٣٥ منافسة خلال الثمانينيات، أما في الوقت الحاضر فيشارك العداؤون بأكثر من ٦٠ منافسة خلال السنة وفي البعض يشارك العداء في أكثر من فعالية مثلا (١٠٠، ٢٠٠م، ٤× ١٠٠م) تتابع وبذلك تصبح عدد السباقات التي يخوضها خلال الموسم كثيرة، وتقسم هذه المنافسات إلى المنافسات التدريبية وهي الاختبارات التي يضعها المدرب في البرنامج التدريبي خلال مرحلة:

١) الإعداد العام والخاص للتعرف على مستوى الحالة التدريبية للرياضي ولتلافي النقص الحاصل فيها.

٢) المنافسات الثانوية وهي السباقات التي يخوضها الرياضي ولكن نتائجها ليست ذات أهمية كبيرة للرياضي ولكن تقع ضمن التخطيط للعملية التدريبية لغرض تحسين مستوى كفاءة الأداء البدنية والنفسية وتشكل قاعدة أساسية للمنافسات الأخرى.

٣) المنافسات الرئيسية وهي السباقات التي يخوضها الرياضي في البطولات المهمة كالدورات الأولمبية والقارية وبطولات العالمية، وتعتبر هذه السباقات هي الهدف الرئيسي والذي يجب أن يحقق فيه الرياضي الإنجازات الرائعة، وأن جميع السباقات التي خاضها الرياضي في ذلك الموسم تعتبر أهداف ثانوية تخدم وتحقق الهدف الرئيسي.

وفي المصارعة يجب الأخذ بنظر الاعتبار عدد المنافسات التي يخوضها المصارع خلال السنة وكم عدد النزالات التي خاضها في هذه المنافسات حيث تعتمد عدد النزالات في كل منافسة على مستوى قدرة المصارعة فعلى سبيل المثال اثنان من الرياضيين (أ، ب) شاركا في ٢٠ منافسة خلال الموسم وكان الرياضي (أ) غالبًا ما يخرج من المنافسة في الأدوار التمهيدية في حين كان الرياضي (ب) يصل إلى الأدوار النهائية لذا فإن مؤشر تقويم حمل المنافسات لدى كل منهما يكون مختلفًا، فالرياضي (أ) شارك خلال الموسم بـ ٣٦ نزال ورياضي (ب) شارك في (٥٣) نزال.

وعند تقويم حمل المنافسات من الضروري الأخذ بنظر الاعتبار عدد المنافسات الرئيسية والثانوية، فمثلاً تعتبر المنافسات في الدورات الأولمبية والبطولات العالمية وبطولات القارات منافسات رئيسية.

إن المنافسات الرئيسية التي يخوضها الرياضيين خلال البطولات تفرض على الرياضي صرف طاقة عالية جهد نفسي كبير، ومن أجل ذلك نلاحظ أن الرياضيين يستعدون بصورة خاصة لمثل تلك المنافسات ولا يخططون للأحمال التدريبية بما يتناسب مع تلك المنافسات من حيث كمية الطاقة المصروفة والجهد البدني والنفسي فقط بل يخططون العملية التدريبية لظروف أصعب من ظروف المنافسات، وكما قال الباحث (كوتس): إذا كان الأمر صعبًا في التدريب سيكون سهلاً في المنافسة فالمنافسات تتطلب قدرة بدنية ونفسية عالية يجب الإعداد لها مسبقًا قبل الخوض فيها حيث يكون في بعض الألعاب الرياضية عدد المنافسات الرئيسية كبيرًا ففي كرة القدم والطائرة وغيرها من الألعاب الرياضية الرئيسية تتجاوز ٧٠ ٪ من مجمل المباريات خلال العام حيث تعتبر جميع مباريات الدوري منافسات رئيسية لأنها تؤثر بشكل مباشر على نتيجة وترتيب الدوري. أما في الفعاليات الدورية كألعاب القوى والسباحة وغيرها فإن عدد المنافسات الرئيسية لا تتجاوز ٣٠ ٪ من مجمل المنافسات خلال العام. وعليه فإن الأحمال التدريبية الخاصة بالمنافسات الرئيسية يجب أن تكون حصتها من مجمل العملية التدريبية ويجب أن يخطط لها بشكل علمي ومدروس وبما يتناسب مع ما تتطلبه المنافسة الرئيسية من حيث تأثيراتها البدنية والفسيولوجية والنفسية وأن يؤخذ بنظر الاعتبار عمليات استعادة الشفاء خلال هذه الأحمال والمنافسات لكي يشارك الرياضي بتلك المنافسات بكفاءة وقدرة عالية تمكنه من تحقيق الإنجاز المخطط له في العملية التدريبية.

الأحمال التدريبية للمنافسات

إن مفهوم الأحمال التدريبية للمنافسات تعني مقدار أو كمية المؤشرات البدنية والفسيولوجية الناتجة عن تلك الأحمال، والتي يجب أن يتم اختيارها وتوزيعها بدقة عالية وهذا يتطلب فهم ومعرفة في استخدام الطرق التدريبية وأساليب تنفيذها ومقدار مؤشراتها البدنية والوظيفية على أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة للرياضي، كما يجب أن يخطط لهذه الأحمال بحيث تتناسب تأثيراتها مع المتغيرات الفسلجية والكيميائية والبدنية التي تنسجم مع تسجيل رقم قياسي جديد. وأن تحديد وتقويم المتغيرات البدنية والفسلجية في الفعاليات الرياضية الدورية ليس صعبًا ففي عدو المسافات القصيرة لمسافة ٢٠٠ م تتجاوز السرعة القصوى لعدائي المستويات العليا ١٢,٥ م / ث ويتراكم حامض اللاكتيك في الدم بحوالي ٢٠٠ ملغم وفي عدو ٤٠٠ م تكون السرعة القصوى ٩ م / ث وتراكم اللاكتيك ٢٢٧ ملغم وعدو ٨٠٠ م تكون معدل السرعة ٨ م / ث وتراكم اللاكتيك (٢١١) ملغم و ١٥٠٠ م تكون معدل السرعة ٧ م / ث وتراكم اللاكتيك ١٦٣ ملغم.

إن تحديد عناصر الأحمال البدنية في الألعاب الرياضية غير الدورية يكون أكثر صعوبة ويحتاج ذلك إلى تدوين كل ما يفعله الرياضي خلال المنافسة وعليه فإن عملية التقويم تكون فيها بعض الصعوبة وصعوبة الحصول علي تقويم موحد فمثلاً أن عدد المرات التي يستلم فيها لاعب كرة القدم الكرة وكذلك المسافة التي يقطعها بالكرة لا تعتمد على مهارته وقدراته البدنية فقط لكي نقوّم أداءه بل تعتمد أيضًا على مستوى قدرة ومهارة الجسم والفريق ككل ومستوى هذا الفريق وموقعه في الدوري وموقع اللاعب عند استلامه الكرة وموقع زملائه وتحركاتهم.

إن المتغيرات البدنية للاعبي الكرة الطائرة حيث تشير تحليل البيانات إلى أن طول فترة العمل النشطة للاعبي الكرة الطائرة خلال فترة المباريات تكون طويلة فهي مثلاً في أحد الأشواط تتجاوز ١٠ دقائق وفي ثلاثة أشواط ٢٨ دقيقة وفي خمسة أشواط ٤٨ دقيقة. إن مثل هذه الأحمال البدنية الخاصة تعمل على تنشيط وتحسين وتطوير عمل أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة.

يمثل المحور العمودي معدل ضربات القلب ومستوى استهلاك الأكسجين (لتر / دقيقة) واستهلاك (CO_2) لتر / دقيقة وفي المحور الأفقي تشير الخطوات إلى الوقفات النشطة في المنافسة وقد خضع للدراسة لاعبو كرة السلة من الدرجة الأولى ومعدل أطوالهم ١٨٨ سم والوزن ٨٢ كغم يتضح من الشكل المتغيرات موضوع الدراسة كانت طيلة الفترة والتي تقارب ٤٠ دقيقة تعمل بقيمتها القصوى.

وفي الملاكمة فإن المتغيرات البدنية الفسيولوجية التي يتعرض لها الملاكم تصل إلى قيمتها القصوى في النزالات.

وفي نوع آخر من أنـواع النزالات وهي المبارزة حيث تختلف قيمة وطبيعة الأحمال البدنية بصورة كبيرة عن المتغيرات المناظرة في الملاكمة.

يظهر أن معدل ضربات القلب في مثل هذه النزالات غير كبير ولكنه يشير إلى أن نزالات المبارزة تؤمن جميع آليات نواتج الطاقة. أن الأحمال البدنية الخاصة بالمنافسات تستوجب اختبار التمارين والوسائل والأساليب التدريبية ذت اتجاهات مختلفة لتطوير آلية إنتاج الطاقة.

وتستخدم في بعض الفعاليات العلاقة بين قيمة الحمل الفسلجي والحمل البدني كمؤشر لتقويم تدريبات المنافسة فمثلاً في فعالية الرماية بالقوس يسجل زمن تنفيذ التمرين وقيمة معدل ضربات القلب (منذ فترة سحب القوس لغاية اطلاقه) وتحسب هذه العلاقة والتي ينظر إليها كمؤشر لشدة الحمل البدني للسابق وتعتمد ديناميكية هذا المؤشر أثناء تنفيذ تمرين السباق على الجهد العصبي أكثر من الجهد البدني وعليه فإن التدريبات الخاصة لمثل تلك الظروف تحسن تحمل الجهاز العضلي العصبي وتزيد من دقة الأداء والتركيز.

وفي بعض الفعاليات تكون هناك صعوبة في قياس بعض المتغيرات الفسيولوجية أثناء الأداء في المنافسات وفي فعالية التجديف أجريت تجربة على (٣١٠) رياضي من الولايات المتحدة الأمريكية شاركوا في البطولات الدولية والأولمبية وكان ٣٠ ٪ من هؤلاء الرياضيين يحملون أوسمة دولية أولمبية، وكان معدل أعمارهم ٢٣ سنة ومتوسط طولهم ١٩٢ سم ووزنهم ٨٨ كغم حيث نفذت التجربة على جهاز مشابه للمجداف وبعد ١٠ دقائق من الإحماء استطاع الرياضيون خلال ٦ دقائق الأولى من الجهد أن يجدفوا بشدة السباق وكان تردد التجديف في (٤٢ – ٤٥) مرة بالدقيقة، وقد اتضح من هذه التجربة أن أفضل ثمانية جدافين وصلت قيم المتغيرات إلى حدوده القصوى كما في استهلاك الأوكسجين وتركيز الحامض أما التنفس الرئوي وتردد التنفس تبين بأن كمية الهواء التي تستهلك خلال دورة تنفسية واحدة تساوي (٤ – ٥) لتر.

وفي تجربة أخرى على ٤٨ رياضي من رياضيي التجديف من منتخب ألمانيا الاتحادية يشكل الفتيان معظم أفرادها اتضح من التجربة أن استهلاك الأوكسجين وصل لديهم في اختبار تمارين المنافسات إلى ٦,٢٢ مليلتر / دقيقة أو ٦٧ مليلتر / دقيقة / كغم أما التهوية الرئوية فقد بلغت ١٥٦ لتر ومعدل ضربات القلب (١٨٤) ض / د.

وفي فعالية الدراجات نفذت تجربة على ١٨ رياضي من المستويات العليا أجريت لهم ثلاثة أحمال تدريبية على جهاز للدراجة وخلال المنافسة توضح العلاقة بين الأحمال الفسلجية والبدنية، حيث لوحظ أن هناك تباينًا واضحًا في مؤشر الحاجة للأوكسجين من ١٠,٩٦ – ١٨,٥٠ لتر.

إن المؤشرات الفسيولوجية لتمارين المنافسات آنفة الذكر ينبغي أن ينظر إليها كنماذج من الضروري الاهتداء بها عند التخطيط للأحمال البدنية، حيث أنها تحقق جوًا فسيولوجيًا ونفسيًا بالمستوى الأقصى من الاستجابات الوظيفية التي تتحقق أفضل مستوى.

الفصل الرابع

حمل التدريب

يظهر كل حمل تدريبي تأثيرًا متخصصًا على جسم الرياضي. وتعتمد قيمة هذا التأثير على جملة من العناصر بما فيها طول ومدة التمرين ومقدار شدته وصعوبته والحالة التي يوجد فيها الرياضي أثناء لحظة تنفيذ التمرين. أن حجم التدريب ووسائله في التدريب كثيرة وأن معرفة اتجاه الحمل التدريبي تعطي إمكانية توزيع هذه التمارين على الوحدات والمراحل التدريبية بشكل سليم.

ويظهر بعد التدريبات الخاصة لاعبي كرة السلة والطائرة حيث يتضح أن قيمة الأحمال البدنية متباينة مثلاً أن عند تنفيذ رميات الجزاء تتضاعف منظومة الأوعية القلبية بصورة كبيرة كما أن الأحمال الفسيولوجية بضربة الهجوم في المناولة الثانية غير كبيرة أيضًا. إن مثل هذه التمارين يتم تنفيذها خلال فواصل الراحة التي ينبغي فيها الاحتفاظ بالمستوى الوظيفي لمنظومة الجسم في المستوى المطلوب، حيث يكون الاحتفاظ بمعدل ضربات القلب بمستوى من ١٢٠ – ١٤٠ ضربة / دقيقة.

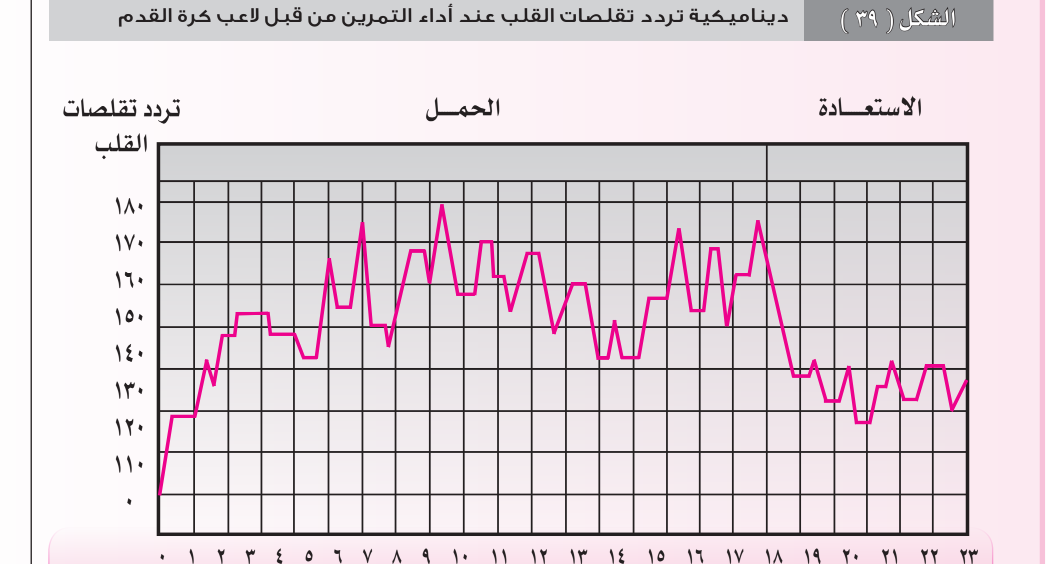
ويظهر الحمل التدريبي أكبر على أجهزة وأعضاء الجسم عند تنفيذ التمرين التالي في كرة السلة ٢ × ٢ و ٣ × ٣ لاعبين في نصف الملعب حيث يكون استهلاك O_2 (٧٠٪) من القيمة القصوى ومعدل ضربات القلب تصل إلى ١٩٠ ضربة / دقيقة.

إن قيم هذه المؤشرات تصل في حدودها القصوى. إذا نفذت التمارين بالشدة القصوى وبطريقة التدريب التكراري والمتقطع.

وفيما يلي نوضح طبيعة الأحمال التدريبية للاعبي كرة القدم التي قام بدراستها (م. أ. غوديك) التمرين الأول يلعب فريقان في نصف ساحة الملعب كل فريق يضم

٦ لاعبين وحارس مرمى ولمدة ٢٥ دقيقة ويصف هذا التمرين بخصوصية وانفعالية حالة المباراة حيث ينفذ كل لاعب خلال هذه الفترة حوالي ٤٥ حالة مهارية خططية. أما شدة التمرين فيصل إلى حوالي ١٧٠ ضربة / دقيقة كما موضح في الشكل (٣٩) ويصل معدل استهلاك الأوكسجين إلى ٣,٢ من القيمة العظمى وهذا التمرين يعمل على تحسين المستوى المهاري والخططي للاعب وكذلك يحسن من الإمكانيات الهوائية واللاهوائية.

الشكل (٣٩) ديناميكية تردد تقلصات القلب عند أداء التمرين من قبل لاعب كرة القدم



التمرين رقم (٢) فريقان يلعبان في نصف ساحة الملعب كل فريق يضم ٦ لاعبين والغرض من التمرين هو احتفاظ الفريق بالكرة لأطول فترة ممكنة ومدة اللعب ١٥ دقيقة ينفذ اللاعب خلال هذه الفترة حوالي ٥٠ مرة استلام الكرة وبأوضاع مختلفة وتكون شدة هذا التمرين أعلى قليلاً من شدة التمرين السابق. كما أن استهلاك الأوكسجين خلال هذا التمرين يشكل ٧٣ ٪ من القيمة القصوى ويصل معدل ضربات القلب بين ١٣١ - ١٨٢ ضربة / دقيقة.

ويمكن زيادة صعوبة هذا التمرين من خلال عدد مرات لمس الكرة من قبل كل لاعب فعندما يحدد لمس الكرة مرتين فقط فإن استهلاك الأوكسجين يصل إلى (٧٥٪) من القيمة القصوى ويصل معدل ضربات القلب بين (١٤٥ – ١٨٠) ضربة / دقيقة.

التمرين رقم (٣) كما في التمرين رقم (٢) ولكن اللعب بطريقة الملازمة الفردية (رجل لرجل) حيث أن التحركات التي يقوم بها المهاجم أو المدافع عند الملازمة الفردية تزيد من شدة التأثيرات الفسلجية بصورة كبيرة حيث يصل معدل ضربات القلب بين (١٥٥ – ١٨٧) ضربة / دقيقة ومعدل استهلاك الأوكسجين يشكل نسبة (٨٤ ٪) من القيمة القصوى . أما ثاني أكسيد الكربون يصل إلى ١,٦٣ لتر / دقيقة في الدقيقة الثانية للاستعادة كما يعمل هذا التمرين على تحسين الخبرة المهارية الخططية للاعبي كرة القدم وكذلك الإمكانات اللاأوكسجينية.

التمرين رقم (٤) تنفيذ خطة هجومية من أربع مراحل يكون فيها عدد اللاعبين ٣ مهاجمين ضد ٣ مدافعين وتكون المراحل كالآتي:

١) الاحتفاظ بالكرة ٣ × ٣ لاعبين في الدائرة الوسطية من الملعب ثم إجراء مناولة إلى الجانب ومدة هذه المرحلة من (١٥ – ٣٠) ثانية.

٢) يركض اللاعب بالكرة من الجانب ثم يعمل مناولة في منطقة الجزاء (ينتقل اللاعبون الآخرون في هذه اللحظة إلى منطقة الجزاء ومدة هذه المرحلة من (٥ – ٦) ثانية.

٣) يستلم اللاعبون الكرة في منطقة الجزاء وعمل مناولات بين الفريق للاحتفاظ بالكرة بالقرب من الهدف ومدة هذه المرحلة من (٢ – ٨) ثانية.

٤) العودة إلى الدائرة الوسطية ومدة هذه المرحلة من (٦ – ١٠) ثانية.

إن كثرة المراحل تغيرًا وتأثيرًا هي المرحلة الأولى والثالثة لأنهما يرتبطان بتنفيذ الحالات المهارية والخططية التي توجه عملياتها ليس عن طريق المدرب بل من خلال ما يحدث خلال التمرين.

يشكل استهلاك الأوكسجين في هذا التمرين حوالي ٩٠ ٪ من القيمة القصوى أما معدل ضربات القلب فتصل إلى ١٦٠ – ١٩٠ ضربة / دقيقة، إن قيمة هذه المؤشرات تشير إلى سيطرة نظام اللاأوكسجينية اللاأسيدية في هذا التمرين.

التمرين رقم (٥) يبدأ اللاعب باستخدام حركات مراوغة وتوقفات وانطلاقات وبشدة عالية وضمن مساحة (١٥ × ١٥) م ولمدة دقيقة واحدة ثم راحة دقيقة واحدة وبعدد من

التكرارات من (٣ – ٥) تكرارات، وقد أظهرت الملاحظات أن لاعب كرة القدم يستطيع في دقيقة واحدة تنفيذ من (٢٠ – ٢٥) مرة استلام كرة ويصل معدل ضربات القلب في هذا التمرين إلى قيمتها القصوى (١٩٠) ضربة / دقيقة من بداية التمرين ويحتفظ بهذا المستوى حتى نهاية التمرين.

إن أداء التمرين بمثل هذه الشدة فإن الدقيقة الأولى للراحة بعد أداء التمرين لا تحدث استعادة جيدة للشفاء أما إذا بلغت فترة الراحة ٢ دقيقة فإن معدل ضربات القلب تكون عند نهاية الدقيقة الثانية وستنخفض إلى ١٣٥ ضربة / دقيقة وعندما تكون فترة الراحة ٣ دقائق فإن معدل ضربات القلب يصل إلى ١٢٠ ض / د.

إن احتياج الأوكسجين بعد تنفيذ مجموعة واحدة بفترة زمنية متساوية تشكل ٩٨ ٪ من القيمة الكلية أما عند تناقص فترات الراحة فإنها تشكل ٨٨ ٪ من القيمة ويصل تحرير(CO_2) في الحالة الأولى ١,٥ ل/دقيقة وفي نهاية الثانية ١,٧٧ ل/دقيقة.

ويظهر تحليل المعلومات التي حصلنا عليها من الدراسات أن حمل التمارين المتخصصة للاعبي كرة القدم يمكن التحكم بها وتقويمها من خلال تغير عناصر الحمل البدني ويبدو واضحًا عند تغير عدد مرات لمس الكرة وزيادة عدد مرات التكرار ومساحة الملعب وفترات الراحة.

إن تصنيف التمارين بموجب قيم عناصرها يمكن أن يقود إلى أخطاء.

ترى أن سباحة (٢٠٠) م، (٢٠٠٠) م لمرة واحدة يحدث فيها تأثيرات متقاربة نسبيًا على

جدول رقم (٣٩)

يوضح طول مسافة السباحة وشدتها مع تغير PH و BE في دم السباحين

مسافة السباحة م	سرعة السباحة م / ثا	PH	BE
٢٠٠٠	١,٢٤	٧,٣٨	– ٢,٠
٢٠٠	١,٣٢	٧,٣٤	– ٥,٨
٤٠٠	١,٤٣	٧,٢٢	– ١٢,٨
٦ × ١٠٠	١,٥٤	٧,١٠	– ١٩,٢

الأجهزة الوظيفية على الرغم من أن المسافة التي تستغرقها السباحة في الحالة الثانية (٢٠٠٠) م تساوي عشرة أضعاف المسافة الأولى (٢٠٠) م إلا أن اتجاه الحمل في الثاني أوكسجينيا.

تنظيم مراقبة الأحمال التدريبية

إن العملية التدريبية تتكون من ثلاث مراحل هي:

١) تجميع البيانات.
٢) تحليل البيانات.
٣) اتخاذ القرار (التخطيط).

تجمع المعلومات في عملية المراقبة الشاملة من الرياضي كونه هو الذي يقوم بتنفيذ العمل لذا يفترض مراقبة الرياضي لتقويم حالته أو عوامل التدريب له.

إن المخطط العام للعلاقة بين الأنواع المختلفة لحالة وعوامل التدريب والمراقبة والتخطيط.

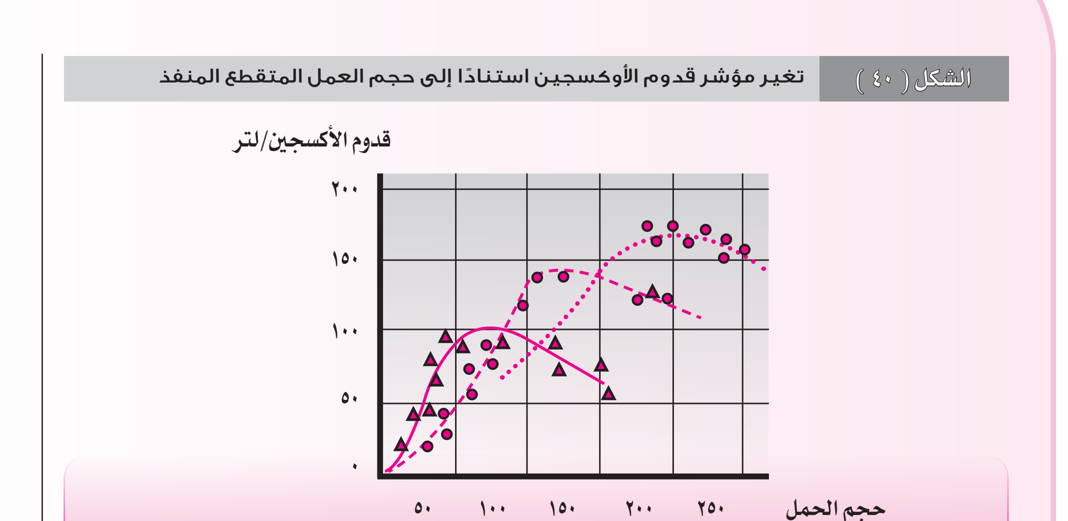
تقارن حالة الرياضي والعوامل التدريبية المسجلة خلال مراقبة الرياضي مع الكمية والنوعية للأحمال التدريبية حيث تصبح نتائج هذه المقارنة عادة أساسًا للمعالجات التي تظهر في الشكل النهائي كخطط تدريبية أو برامج تدريبية، يمكن افراد ثلاث مراقبات مختلفة للأحمال التدريبية فعالة جارية، مرحلية ولكل منها خصوصيتها التي تبرز في قيم الأحمال التدريبية وشكلها.

المراقبة الفعالة للأحمال التدريبية

تعني تسجيل مقدار تأثير التمرين الواحد وعدد التمارين خلال الوحدة التدريبية ويستند تحليل نتائج المراقبة الرياضية إلى معرفة مقدار التأثير الذي أظهرته التمارين على جسم الرياضي واتجاهه وأن أحد الواجبات الأساسية للمراقبة الفعالة للأحمال التدريبية يمكن من خلال العلاقة بين الأحمال التدريبية والفسلجية خلال الوحدة التدريبية.

ويمكن معالجة الموضوع عن طريق الحصول على نموذج للأحمال التدريبية التي يمكن للمدرب استخدامها وأن يخطط مسبقًا لمقدار التأثيرات البايولوجية الفورية المتوقع حدوثها للمؤشر التدريبي ويمكن أن يكون مثالاً لذلك نتائج أبحاث فولكوف حول علاقة مؤشر استهلاك الأوكسجين عند ثلاث مجموعات من الرياضيين عند أداء التدريب المتقطع في الركض (الشكل ٤٠).

الشكل (٤٠) تغير مؤشر قدوم الأوكسجين استنادًا إلى حجم العمل المتقطع المنفذ



العوامل التي تؤثر على قيمة الحمل البدني:

تعتمد قيمة الأحمال البدنية والفسيولوجية بدرجة كبيرة على الشروط التي تنفذ فيها، فمثلاً إن معدل ضربات القلب عند الأداء في المنافسات يظهر أكبر بقليل من الأداء في التدريب أو الاختبارات، كما أن الحالات النفسية تؤثر بشكل مباشر على الوظائف الحيوية لأجهزة وأعضاء الجسم قبل تنفيذ المباريات أو الاختبارات، كما أن أداء الاختبارات أو مؤشرات الأحمال البدنية في ظروف خطرة نسبيًا هي أيضًا تؤثر على قيمة الحمل البدني والفسيولوجي فمثلاً أجريت تجربة على عدد من اللاعبين لأداء عدة حجلات برجل واحدة على عارضة التوازن المرتكزة على الأرض حتى اجتيازها، وبعدها تم رفع عارضة التوازن على ارتفاع (١ م) للأعلى ثم أداء الاختبار مرة ثانية على هذا الارتفاع وقيست المؤشرات التي تم اختبارها .

إن العوامل النفسية وهي التخوف من السقوط والإصابة تهبط من عزيمة اللاعب في أداء الاختبار وترفع من معدل ضربات القلب ومستوى الإنجاز وفي أنواع الألعاب الرياضية توجد مثل هذه الظروف بصورة كثيرة لذا من الضروري عند مراقبة الأحمال البدنية والفسلجية الأخذ بعين الاعتبار فقط هذه العوامل تغير من قيمة الأحمال الفسلجية بل علاقتها بالسمات النفسية الذاتية للرياضيين.

إن قيمة الأحمال البدنية والفسلجية تعتمد على حالة الرياضي التدريبية فمثلا إذا نفذ عدة رياضيين مختلفين في مستوى اللياقة البدنية نفس التمرين فإن هذا التمرين يخلق

استجابات وتأثيرات مختلفة على أجهزة وأعضاء الجسم لكل رياضي ، ويتميز الرياضيون ذوي اللياقة البدنية الجيدة بمستوى أقل في عدد ضربات القلب مقارنة بالآخرين ، كما تؤثر الظروف الخارجية على قيمة الأحمال البدنية والفسلجية بشكل غير متطابق ، كذلك بالنسبة لاستجابات الرياضيين عندما ينفذون أحمال بدنية بدرجة حرارة متساوية ولكن بدرجة رطوبة مختلفة، كما أن لوسائل استعادة الشفاء تأثير على قيم الحمل البدني والفسيولوجي حيث نفذ عدد من الرياضيين حملين تدريبيين بشدة ٤٠ ٪ ، ٦٠ ٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وتم استخدام:

أ) تنفس هواء طبيعي.

ب) تنفس مزيج من غاز الأوكسجين بنسبة (٦٠ ٪ ، ٩٠ ٪).

وقد أظهرت النتائج للمؤشرات كالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ومعدل ضربات القلب وغيرها أنها مختلفة كثيرًا من الناحية الإحصائية.

جدول رقم (٤٣)
تأثير الظروف الخارجية على مؤشرات الحمل الفسلجي

درجة الحرارة	الرطوبة النسبية ٪	تردد تقلصات القلب، ض / د
٢٢	٤٥	١٥٠
٣٥	٥٠	١٥٥
٣٥	٩٠	١٦٥

الباب الثاني

التحليل الفسيولوجي والكيميائي

لنمو بعض الصفات البدنية

١٥٥ ــــ ٢٢٠

الفصل الأول

التحمل (المطاولة)

المقدمة

يعتبر التحمل من مكونات الأداء البدني الذي له أهمية في مختلف الأنشطة الرياضية وخاصة التي تتطلب الاستمرار في بذل الجهد لفترات زمنية طويلة.

ويرتبط مستوى مقدرة التحمل بظهور التعب فإذا ما قام اللاعب بأداء جهد بحمل معين فأنه بعد مدة من الأداء المتواصل أو المتقطع يجد صعوبة في الأداء وذلك لدخول اللاعب في مرحلة التعب الذي يعمل على خفض الكفاءة الوظيفية والنفسية للاعب ويظهر ذلك على مستوى الأداء للاعب من حيث الفاعلية المطلوبة. ورغم أنه يمكن التغلب على سرعة ظهور مرحلة التعب وإلى حدود معينة، وذلك من خلال زيادة الدافعية نحو الأداء وتقوية السمات الإرادية وهذه الفترة التي يمكن من خلالها الاستمرار في العمل تسمى مرحلة توازن التعب ولكن إذا ما زاد المجهود رغم وجود الإرادة القوية يدخل اللاعب في مرحلة التعب.

فإذا قامت مجموعة من اللاعبين بنفس المجهود فلا يظهر عليهم التعب معًا ولكن هناك مستويات مختلفة لتحمل كل منهم حسب خصائصهم الفردية وحالتهم التدريبية، ولهذا فإن اللاعبين الذين يمكن الاحتفاظ بمرحلة توازن التعب لمدة طويلة أو ظهور التعب عندهم بطيئًا يتصفوا بقدرة أعلى من التحمل.

يتحدد مستوى مقدرة التحمل من :

الكفاءة الوظيفية لأجهزة الفرد الحيوية من أجهزة التنفس والتبادل الأوكسجيني والقلب والدورة الدموية والجهاز العصبي والتوافق العضلي العصبي والتغيرات الكيميائية في العضلات، ومدى الاقتصاد في العمل الوظيفي للجسم ومن درجة سمات اللاعب الشخصية

والإرادية ومن الدافع للعمل والأداء. ويعرف التحمل بإيجاز بأنه: (كفاءة الفرد في التغلب على التعب) أو أنه: (الكفاءة في الاستمرار لأداء نشاط رياضي محدد لوقت طويل بإيجابية دون هبوط في مستوى الأداء).

أنواع المطاولة

إن تحديد صفة الألعاب والفعاليات الرياضية التي تتسم بالمطاولة يمكن في تحديد صفة المطاولة ونوعها إضافة إلى تحديد مستوى التكتيك لذا يمكن تمييز الألعاب والفعاليات الرياضية التى تتسم بالمطاولة ذات الصفة الثنائية التى تستند على شكل العمل في خمسة أنواع رئيسية للمطاولة هي:

- **المطاولة ذات الزمن الطويل .**
- **المطاولة ذات الزمن المتوسط .**
- **المطاولة ذات الزمن القصير .**
- **المطاولة المميزة بالقوة .**
- **المطاولة المميزة بالسرعة .**

ويرى (لتسلتر) أن هناك تبادل في تأثير مكونات المطاولة كما استخدم أيضًا نوع المطاولة ودرجتها تحتسب نسبة إلى دوام زمن المسابقة، في حين حددها هاره بواسطة القوة والمطاولة المميزة بالسرعة لذلك تحصل علاقة متقابلة بين الأنواع الخمسة للمطاولة كما أكد نفس الباحث على تغيير المخطط وإعطاء المطاولة ذات الزمن الطويل الأفضلية في تعيين المطاولة الأوكسجينية.

أما هولن فقد ميز العكس، إذ أنه أكد على المطاولة الأوكسجينية العامة. مما تقدم يظهر أن هناك اختلاف عجيب بين حدود الزمن لكل من الآتي (هاره وكوبل وهولمن).

	الزمن القصير	الزمن المتوسط	الزمن الطويل
هـــارد	٤٥ ثا – ٢ د	٢ د – ٨ د	٨ د فما فوق
كويـــل	٢٠ ثا – ١ د	١ د – ٨ د	٨ د فما فوق
هـولمن	٣ د – ١٠ د	١٠ د – ٣٠ د	٣٠ د فما فوق

لذا تتحدد المطاولة ذات الزمن القصير (نسبة إلى هاره وكويل) بالدرجة الأولى جراء مستوى القدرة اللاأوكسجينية كالسرعة والقوة والمطاولة المميزة بالسرعة أو القوة، وتستخدم أهمية القدرة اللاأوكسجينية نسبة إلى دوام الحافز.

أما في الألعاب والفعاليات الرياضية ذات الزمن المتوسط فيتم التوصل إلى حالة التوازن بين المحيطين الخارجي والداخلي، وهذا يعني التوازن التام للمستوى يجب أن يحصل جراء العلاقة الوثيقة لقواعد اللاأوكسجينية. كما يحصل في جميع الألعاب الرياضية ذات الزمن المتوسط تفوق الرياضيين أكثر من المعدل الوسط للمطاولة الأوكسجينية التي تظهر جراء قابلية الراحة الضرورية. ويلاحظ في المطاولة ذات الزمن الطويل ظهور المطاولة الاوكسجينية أولاً لذا تنخفض أهمية المطاولة اللاأوكسجينية بطول دوام الحافز بصورة أكثر.

المطاولة ذات الزمن الطويل :

تكمن قابلية المطاولة كمشكلة رئيسية في أكسدة تحويل المواد في العضلات فالدقة الكامنة والربط الوثيق أولاً في مقدار الأيض، فقابلية المطاولة تتعلق مباشرة بمقدار العمل العضلي الذي يحقق الطاقة اللازمة إلى أعلى ما يمكن لفترة طويلة لدوام الإنجاز الميكانزم جراء أكسدة الفسفرة (ليزن ١٩٧٧) فالعناصر الجينية تعتبر كموهبة للألعاب الرياضية ذات المطاولة ومن المحتمل أن تشمل بالدرجة الأولى الحصول على الألياف العضلية الحمراء في العضلة. إن تلك الحالة تشمل أسلوب مقارنة أعلى وأكبر عدد من المايتوكندريا مع خواص أساسية عالية في أكسدة قدرة تحويل المواد في الألعاب الرياضية ذات صفة المطاولة.

وأثناء استخدام المستلزمات لتحقيق المطاولة ذات الزمن الطويل الذي يأخذ أهمية كبيرة في هذا المكان، يتطلب تحميل أجهزة الجسم لإمكان تحويل المواد الموجودة في خلية العضلة عند التدريب على قابلية دوام الإنجاز.

لقد أكد كل من (هولمن/ مودلر وليزن ١٩٧٧) على أن تركيب النمو يعطى بصورة طويلة فقط، كما في اختبار الحمل للوظائف البدنية ، وهذا يعني أن إعطاء الحمل يجب التحامه نسبة إلى المبدأ المتحرك مع تكيف تحويل وتبادل المواد على زيادة الحمل . كما استنتج نفس الباحثين أن الأسبقية تشمل الشدة قبل دوام الحمل ، لكي يتم تثبيت درجة الحمل ، فمن الضروري إجراء اختبار كل ٦ أسابيع لمعرفة شدة التدريب أثناء التدريب .

لكي يحصل تحسن السعة الحيوية من الضروري استخدام حافز الحمل الصحيح كما يتم رفع الحافز بواسطة حالات ميكانيكية أخرى تظهر في تبادل المواد وتحويلها إلى مواد إضافية مفيدة وأخرى غير مفيدة. أما خفض الحافز فإنه لا يحدث تكيف التركيب (التكيف على التدريب بهدف بناء جديد لتركيب الزلاليات في خلية العضلة) ونسبة لذلك يوضح مجال الشدة الأمثل عندما يكون أولاً تزويد الطاقة بالكمية اللازمة من اللاكتيك، فشدة الحمل تخص الموجات الأوكسجينية واللاأوكسجينية وتتميز جراء تركيز اللاكتيك في الدم بمقدار ٤ مول / لتر.



إن الجزء الكبير من مادة اللاكتيك تتحقق جراء عدم خزن الطاقة الزائدة فارتفاع شدة الحمل يؤثر على زيادة اللاكتيك وتحويله إلى الأسيد.

أما أثناء ركض المسافات الطويلة التي تزيد على ٨ دقائق فما فوق فهناك خصائص كيمياوية تظهر جراء ذلك منها:

- حصول حالة التوازن والاستقرار في عملية التنفس، كما تظهر العمليات الهوائية (الاوكسجينية) التأكسدية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين.

- يصل النقص النسبي للأوكسجين بمقدار ١٥ - ٣٠٪ من الحاجة المهمة للأجهزة العضوية إلا أن القيمة المطلقة لنقص الأوكسجين أكبر بكثير جدًا في ركض المسافات المتوسطة (تحسب القيمة النسبية على أساس المسافة والزمن، وفي هذه الحالة تكون المسافة أطول وتحتاج إلى فترة زمنية أكبر) [١]. تحصل الطريقة اللاأوكسجينية (اللاهوائية) في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين في بداية الركض، ثم تزول بالتدريج ليحل محله الطريق الأوكسجيني التأكسدي.

- تخضع المادة الأولية لعمليات الأكسدة (المصدر الأساسي الأولي في تحويل الطاقة. هي مادة الكلوكوز الذي تلتقطه العضلات من الدم بالدرجة الأولى. كما تستخدم أيضاً الكيتونات واللبيدات لنفس الغرض وخاصة في ركض ١٠٠٠٠م حيث يزاد استغلال هذه المواد استغلالاً ملحوظًا.

- ارتفاع نسبة حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم ينخفض احتياطي الدم من القلويات رغم أن هذا النقصان يعتبر أقل مما يحصل أثناء ركض المسافات المتوسطة.

- انفصال كمية حامض اللبنيك عن الجسم لتظهر فى إدرار العرق، إلا أن فقدان الفوسفات من الأجهزة العضوية يكون أكبر مما في ركض المسافات المتوسطة.

- خروج البروتين من الإدرار يكون في ركض المسافات الطويلة، كما أن استخدام كمية البروتين لا تتجاوز في الأغلب لنصف ما هو عليه عند ركض المسافات الطويلة.

- يحصل فقدان كبير لكمية الماء في الجسم أثناء ركض المسافات الطويلة الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض ظاهر في الوزن خلال عملية الركض.

أن مقدار نقصان الوزن له علاقة بمستوى التدريب الرياضي. فإذا كان الرياضي مدربًا تدريبًا جيدًا يكون النقصان أقل.

إن التغير الذي يحصل في كمية السكر (الكلوكوز) في الدم لا يخضع لقاعدة ثابتة. لذا يمكن أن يحصل ارتفاع أو انخفاض لكمية السكر في الدم أثناء ركض المسافات الطويلة. إضافة لذلك هناك مميزات أخرى تظهر خلال المطاولة ذات الزمن الطويل منها:

---

(١) م/١٦ التحليل البيوكيميائي.

١- التغير في حامض اللبنيك أثناء المشي لمسافة طويلة مقاربًا للتغير الذي يحصل عند الركض لمسافات طويلة أيضًا.

٢- يحصل انخفاض في نسبة الكلولوز في الدم عند المشي.

٣- يحصل ارتفاع كبير في كمية المواد الشحمية المتعادلة في الدم وانخفاض واضح في كمية الفوسفوتيدات نتيجة لأداء التمرين.

٤- قلة الوزن أثناء المشى.

٥- يتطلب أن يكون مستوى التدريب عاليًا حتى يحصل الانتقال بسهولة إلى الطريق التأكسدي أما أثناء ركض المسافات الطويلة فتظهر الحالات التالية:

(أ) يتم أثناء المطاولة ذات الزمن الطويل تجهيز الطاقة اللازمة لمجمل عملية الركض والهرولة عن طريق أيض الكاربوهيدات والأوكجسيني التأكسدي، إضافة إلى أيض اللبيدات (زيادة حرقها وتأكسدها تدريجيًا ولكن بصورة كبيرة).

(ب) رغم الكمية المطلقة التي تحتاجها الأعضاء عند المطاولة ذات الزمن الطويل إلا أن النقص النسبي للأوكسجين لا يتجاوز ٢,٥ - ١٠٪ فقط، ويرجع ذلك إلى طول الفترة الزمنية اللازمة لأداء التمرين. ورغم ذلك فهذا يتوقف على مستوى التدريب وتكيف الأجهزة العضوية للتغلب على الإجهاد الذي يستمر لفترة طويلة.

(ج) يكون ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم قليلاً نسبياً، وهذا يتوقف على تكتيك المطاولة إلى حالة التدريب، ودرجة الاستعداد لدى الرياضي.

(د) ظهور البروتين في الإدرار نتيجة لأداء هذه التمارين يكاد يكون ظاهرة ملازمة للمطاولة.

(هـ) أما كمية السكر في الدم فتتناقص كقاعدة عامة نتيجة لأداء هذا التمرين أما إذا كانت تغذية الرياضي جيدة قبل فترة ثلاث ساعات قبل المسابقة لا يحصل تناقص في كمية السكر في الدم، بل ربما يحصل زيادة عند الوصول إلى خط النهاية.

(و) تنطبق نفس الحالة السابقة على عامل الإنفعالات النفسية وتقوية الاستجابات العملية الصحيحة عند الرياضي فنقصان كمية السكر في الدم عند المسافات الطويلة قليلاً رغم الاستهلاك العالي للكاربوهيدرات.

إذ أن ذلك يرجع ليس إلى النقص في احتياطي الكاربوهيدرات في الأجهزة العضوية، بل على الأغلب التأخير في تجهيز الكاربوهيدرات بسبب الانفعالات والاستجابات الصحيحة للنظام العصبي المركزي.



(ز) تتناقص كمية الفوسفوتيدات تناقصًا كبيراً أثناء المطاولة ذات الزمن الطويل حيث يلاحظ انخفاض كميتها في الدم بشكل واضح وكبير.

(ح) أن مستوى عمل المطاولة ذات الزمن الطويل والجهد الذي يدوم لفترة طويلة لا يؤثر على عمليات (أيض ميتابوليزم) الكاربوهيدرات والشحوم فقط، وإنما يتجاوزها إلى أيض المواد البروتينية أيضًا، لذا تزداد كمية المواد النتروجينية مع الإدرار.

(ط) نظرًا لشدة عمليات الأيض وعدم ازدواج عملية التنفس مع عملية الفسفرة ويسبب التعب الشديد يلاحظ ارتفاع في درجة حرارة جسم الرياضي.

(ي) أن فقدان الماء من جسم الرياضي يؤدي إلى تثخن الدم من جهة وفقدان الوزن أيضًا .

المطاولة ذات الزمن المتوسط :

أن الزمن التي تستغرقه المطاولة ذات الزمن المتوسط يتراوح بين ٢ إلى ٨ دقائق. فالشدة تكون هنا بين القصوى وتحت القصوى. فأثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط يحصل إجهاد دون الحد الأقصى بعض الألعاب الرياضية أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط يختلف عن الألعاب الرياضية أثناء المطاولة ذات الزمن القصير.

فأثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط تظهر مميزات أهمها :

(أ) أن الحاجة التامة للأوكسجين من قبل الأجهزة العضوية والقيمة المطلقة لنقص الأوكسجين ترتفع بزيادة فترة المطاولة. أي زيادة الفترة اللازمة لإنجاز الشغل ارتفاعًا ملموسًا .

(ب) تبرز أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط الطريقة الأوكسجينية إلا أن الطريقة اللاوكسجينية تبقى في مسار العمليات البايوكيميائية مهمة وتلعب دورًا خاصًا . وخاصة في ركض ٤٠٠م، ٨٠٠م حيث يتم هنا الشغل باستخدام الطريقة اللاوكسجينية لمسار العمليات.

وسبب التدريب الذي يؤدي إلى تقوية الطرق الاوكسجينية، فإن جميع التغييرات السابقة ستفقد أهميتها حيث تتناقص وتنخفض قيمة النقص النسبي لكمية الاوكسجين بسبب التدريب، وهنا ظهر الاختلاف المبدئي بين ركض المسافات القصيرة والمتوسط.

(ج) تلعب طريقة التحلل الكلايكولي الدور المهم في ركض المسافات المتوسطة وهذا يعني أن جزء من التفاعلات اللاكسجينية في ركض المسافات المتوسطة لا يتم على حساب فوسفات الكرياتين بقدر ما يتم عن طريق التحلل الكلايكولي.

(د) ترتفع كمية حامض اللبنيك في الدم والإدرار للأسباب السابقة أثناء ركض المسافات المتوسطة إلى حدها الأعلى، حيث تبلغ بين ١٥٠ – ٢٥٠ ملغم ٪ في دم الرياضي، الأمر الذي يؤدى إلى ارتفاع نسبي في حامضية المحيط الداخلي.

(هـ) بسبب انخفاض حامض اللبنيك في دم الرياضي يحصل انخفاض في كمية احتياطي الدم من القلويات انخفاضًا شديدًا حيث يمكن خفض نسبة القلويات إلى ٦٠٪ في ركض ٤٠٠م.

(و) يزداد فقدان الأجهزة العضوية للفوسفات إلى جانب زيادة حامض اللبنيك مع زيادة قليلة مما يؤدي إلى زيادة كميته في الدم.

(ز) ارتفاع نسبة فقدان البروتين بمقدار ٠,١ – ١,٢ ٪ بالألف في إدرار الرياضي. أن ظهور هذه الكمية من البروتين في الإدرار بمقدار ٤,٠٪ بالألف لا يعتبر ظاهرة مرضية كلوية، وإنما مؤقتًا سرعان ما تزول دون أن تترك أي تأثير على الأعضاء.

(ح) ارتفاع درجة حرارة جسم العداء في حدود ١ – ١,٥م° نتيجة لشدة عمليات الأيض حيث تسبب شدة هذه العمليات زيادة إنتاج الحرارة أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط.

(ط) يتم إمداد العضلة بالطاقة في الحالة الأولى داخل العضلة على الأغلب، حيث أن مصدر الطاقة في هذه الحالة أما ثلاثي فوسفات الأدنوزين الموجود في العضلة أو الذي يعاد بناءه داخل العضلة على حساب فوسفات الكرياتين الموجود. أما في الحالة الثانية أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط فيبدأ تمويل الطاقة من مصادر خارج العضلة وخاصة من أيض كلايكوجين الكبد.

(ي) ظهور نقطة التليش (النقطة الميتة) أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط وهي حالة هبوط وانخفاض للقابلية على الإنجاز التي يمكن تجاوزها بالإرادة القوية عند الوصول إلى حالة الانتعاش (التنفس الثاني) ، لذا تظهر حالة التليش عادة في ركض ٨٠٠م بعد ٦٠ – ٨٠ ثانية وفي ركض ١٥٠٠م في الدقيقة الثانية أو الثالثة.

لذا لم يظهر الجانب البايوكيمياوي أسباب التغييرات التي تطرأ على الأجهزة العضوية وخاصة عند حصول حالة التليش (النقطة الميتة) وتجاوزها، أي الانتقال إلى التنفس الثاني (حالة الانتعاش) كما لم تجري أي تجارب تبين حصول تلك الظاهرتين بل كل ما ظهر أن حصول تلك الحالتين يرتبط بطرق العمليات الاوكسجينية واللاأوكسجينية، فالتليش يرتبط بالعمليات اللاوكسجينية والتنفس الثاني يرتبط بميكانيزم مسار وتقوية عمليات الأكسدة.

(ك) أما عودة الأجهزة إلى الحالة الطبيعية أثناء المطاولة ذات الزمن المتوسط فتحتاج عادة إلى ساعتين على الأقل.

فالتدريب على المطاولة ذات المطاولة المتوسطة يهدف إلى تطوير وتحسين الميكانيزم اللاأوكسجينية لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين من جانب، ومن جانب آخر تكيف الأجهزة العضوية للمحيط الداخلي الحامضي الذي نشأ نتيجة المطاولة ذات الزمن المتوسط.

المطاولة ذات الزمن القصير:

يقصد به القدرة على مطاولة الحركات ذات الصفة الثنائية لفترة قصيرة بأقصى سرعة ممكنة كالمطاولة في أقصى سرعة في المسافات القصيرة، كما أنها قابلية مقاومة التعب في العمل العضلي الذي يتطلب سرعة عالية كركض المسافات القصيرة، لذا فإنها صفة بدنية مركبة في المطاولة والسرعة. كما يطلق عليها المطاولة بسرعة عالية لأنها تنجز بشدة أداء قصوى، أي بسرعة ركض شبه عالية وتستغرق بين ١٥ ثانية إلى ٢ دقيقة حيث يحتاج الرياضي لهذه الصفة في نهاية المسافات القصيرة.

يتناول تدريب المطاولة ذات الزمن القصير التبادل المنظم بين الحمل والراحة مع الفاعلية الفسيولوجية واستخدام أهداف التدريب المنظم الأخرى.

فالمطاولة المتحركة العامة اللاأوكسجينية (اللاهوائية) تسمى على الغالب بمطاولة السرعة أو قدرة المطاولة، أن وظيفتها بهذا الشكل الحركي يحصل عندما تتحمل المجاميع العضلية الكبرى المتحركة واللاأوكسجينية لفترة زمنية تقع بين ٢٠ – ١٢٠ ثانية، فمجال العمل تحت ٢٠ ثانية بحسب شكل العمل الرئيسي للسرعة (اكتساب الطاقة اللاأوكسجينية بطريقة اللاكتيك أسيد وبمجال قدرة ١٨٠ ثانية بالمطاولة الاوكسجينية العامة. فالألعاب الرياضية التي تؤثر فيها المطاولة المتحركة اللاأوكسجينية العامة بصورة مميزة تحدد الإنجاز وتكمن في فعاليات الركض للمسافة بين ٢٠٠م – ١٠٠٠م، فالشغل المتحرك القصوى ب ١٠ – ١٢ ثانية يستغرق وحده ٨٠٪ من طاقة الفوسفات، ثم يلعب الكلوكوز اللاأوكسجيني من بناء اللاكتيك دوره حتى يصل انعكاس اللاكتيك القصوى أثناء ٤٠ – ٤٥ ثانية من الحمل.

فاستخدام الحمل لمدة ٦٠ ثانية يحقق نسبة ٦٠ – ٧٠ ٪ من تحرير الطاقة اللاأوكسجينية في حين يصل خلال دقيقتين نفس المستوى بين ميكانيزم الاوكسجينية واللاأوكسجينية، ان النموذج الذي يعين المطاولة المتحركة اللاأوكسجينية العامة تحقيق قابلية الأجهزة العضوية لتحرير كمية من الطاقة الكبيرة في الوحدة الزمنية رغم استمرار دين المواد الكثيرة للوصول إلى قابلية الإنجاز العالي مما تقدم نستنتج أن التمارين الخاصة التي تستخدم المطاولة ذات الزمن القصير، تمثل الشكل النموذجي لتدريب الحد الأعلى من الإنجاز. لذا فهي تمتاز بما يلي:

(أ) تتميز بالطريقة اللاأوكسجينية في العمليات البايوكيمياوي وعمليات بالطريقة الهوائية التأكسدية.

(ب) أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين يتم على حساب الفوسفات كرياتين بالدرجة الأولى وعلى حساب التحلل الكلايكولي بالدرجة الثانية.

أن ذلك يعني على ما هو موجود في العضلة من المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، وعلى الطريقة اللاأوكسجينية لعملية الأيض بالدرجة الثانية.

(ج) تكون المطاولة هنا قصيرة بحيث أن الدم عند ركض ١٠٠م والوثب العريض لا مجال لإتمام الدورة الدموية بشكل تام، كما يحصل في ركض ٢٠٠م دورتين فقط، ويترتب على ذلك بالطبع عدم إمكانية تزويد العضلات بكمية كبيرة من الأوكسجين.

إن ما يمكن تغطيته من الحاجة إلى الأوكسجين بحدود ٦ - ١٥٪ في ركض ١٠٠م والوثب العريض في حين تصل في ركض ٢٠٠م بحدود ١٥ - ٣٠٪ لذا تحصل حالة نقص الأكسجين بشكل واضح جداً. كما تبلغ في الحالة الأولى ٨٥ - ٩٤٪ وفي الحالة الثانية يصل ٧٠ - ٨٥٪ من الحاجة الكلية للأوكسجين.

(د) إن كمية اللاكتيك في الدم ترتفع إلى ١٠٠ - ١٥٠٪ والرجوع إلى الحد الأصلي لا يحصل مباشرة بعد انتهاء الركض، وإنما بعد دقيقتين إلى ثلاث دقائق من انتهائه.

(هـ) أن نسبة الكلوكوز في الدم إما ترتفع أو تبقى كما هي، عند المطاولة ذات الزمن القصير كما يمكن خفض كميتها في كبد الرياضيين القلقين، بسبب التأخر في تجهيز الكربوهيدرات.

(و) إن التركيز الكلي للشحوم والحوامض الشحمية والأجسام الكيتونية في الدم تميل إلى الانخفاض بينما ترتفع الفوسفولبيدات.

(ز) أن الطريقة المستخدمة في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين هي الطريقة اللاأوكسجينية وهي أقل كفاءة من الطريقة الأوكسجينية. لذا يحصل اختلاف في توازن ثلاثي فوسفات الأدنوزين في العضلات وبشكل مستقل عن مستوى التدريب ودرجة كفاءة الرياضي.

(ح) أن استعادة الحالة البايوكيمياوية الطبيعية الأصلية للأجهزة القصيرة يتم عادة خلال ٢٠ - ٤٠ دقيقة بعد ركض المسافات القصيرة لذا تحصل تغطية تامة للدين الأوكسجيني وإعادة نسبة اللاكتيك قد عادت قبل ذلك إلى مستواها الطبيعي الأصلي في الدم.

(ط) هناك خاصية مهمة ملازمة أثناء المطاولة ذات الزمن القصير وهي الإجهاد العالي



وحصول ارتفاع شدة الأيض (الميتابوليزم) النسبي فالقيمة المطلقة لهذه التغييرات تبدو صغيرة نسبياً. فالطاقة المصروفة خلال ركض ١٠٠م حوالي ٢٥ كيلو كلوري أي أن ما يصرف بالنسبة لوحدة الزمن في العملية الأخيرة أكبر مما في العملية الأولى.

(ى) أثناء المطاولة ذات الزمن القصير زمنها الركضة التقريبية في فعاليات القفز والوثب لمسافة قصيرة تتغير هي الأخرى بالطريقة اللاأوكسجينية، ونظرًا لقصر الفترة اللازمة لإنجاز الشغل تتغلب طريقة الكرياتين كينز (طريقة استخدام فوسفات الكرياتين الموجودة في العضلة) على طريقة التحلل الكلايكولي في عملية بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين.

مما تقدم يظهر أن الخاصية العامة أثناء المطاولة ذات الزمن القصير يكون الطريقة اللاأوكسجينية لذا لا يضعف الاعتماد على الطريقة السابقة نتيجة التدريب، ربما يزداد كما يلاحظ أن جزء ثلاثي فوسفات الأدنوزين الذي يتم بناءه على حساب فوسفات الكرياتين يكون أكبر كلما كانت فترة المطاولة قصيرة، أما التغيرات البايوكيمياوية التي تحصل نتيجة لتكرار التمرين، فتعتمد على طول فترة الراحة بين التمرين والآخر. فالتقصير التدريجي لفترة الراحة بين التمرين والآخر يؤدي إلى تقوية العمليات اللاأوكسجينية في الأجهزة العضوية، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة تكيف الأعضاء على الطريقة اللاأوكسجينية.

المطاولة المميزة بالقوة:

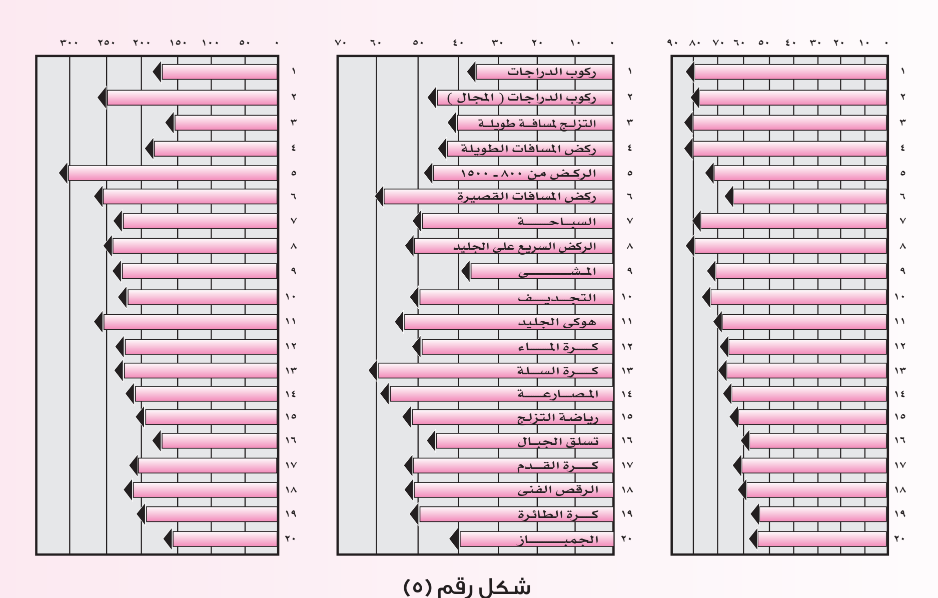
تتكون من صفتين هما المطاولة والقوة، فمطاولة القوة تعني قابلية الأجهزة على مقاومة التعب عند استعمال مستوى القوة لفترة طويلة لذا فإنها تمون الرياضي بمستوى القوة بدرجة عالية مع مقاومة التعب بالحركة ذات الصفة الثلاثية فالمميزات الرئيسية لتنمية المطاولة المميزة بالقوة يعينها التكامل الميكانيكي لطاقة الإنجاز أثناء النشاط الحركي، فتكامل العمليات الميكانيكية المعقدة يتم بشدة مشابهة للسباقات أو مقاربة لها أو أعلى منها، أن ذلك مهم لتحسين عملية أخذ الأوكسجين من المايوكلوبين.

عناصر وخصوصية المطاولة في الألعاب الرياضية المختلفة

يعبر عن المطاولة في أحدى الألعاب الرياضية شمولها القابلية البدنية مع عناصر كثيرة ترتبط بصورة وثيقة مع القابليات الأخرى للرياضي ويمكن للمرء القول أنها أساس تحقق بناء الكثير من العناصر ومنها:

- الشخصية والنفسية ودوافع الرياضي وموقفه النفسي قبل إعطاء الحمل وتثبيت هذا الموقف والتصميم والشرف وقدرة التصرف والصفات الإرادية الأخرى.

- تموين الطاقة (مقدرة طاقة الأجهزة العضوية الداخلية) وقابلية مستوى إنجاز وظائف الأجهزة التي تضمن تبادل وتغير الطاقة.
- تثبيت الوظائف التي تحصل على تحفيز وظائف الأجهزة العضوية خلال الحمل جراء التعب للمحافظة على المستوى الضروري.
- تحقيق الوظائف الاقتصادية التي تقلل استهلاك الطاقة عند زيادة التدريب وتكامل التوافق الحركي ويستثمر تقسيم القوة في المسابقات التي تتعلق بها فاعلية استثمار مقدرة الطاقة مباشرة، إن أكثر هذه العناصر تحصل في هذا الموضوع ليس بصورة نوعية فقط بل بصورة كمية أيضًا، لذلك تحقق تلك العناصر تموين الطاقة ومعها يحصل ارتباط مميزات الوظائف في قيم المقدرة الاوكسجينية القصوى خلال الحمل أو أعلى إمكانية دوام تحفيز الوظائف على مستوى استهلاك الاوكسجين القصوى، وتمون النقل الأوكسجيني واللاأوكسجيني وتركيز حامض اللبنيك الذي يتجمع في الدم خلال الحمل، وغير ذلك، فقيمها وتناسبها تؤكد أثناء الحمل الخاص في مختلف الألعاب الرياضية:



شكل رقم (٥)

يبين قيم المقدرة الأوكسجينية واللأوكسجينية للرياضيين في مختلف التخصصات (نسبة إلى العالم فولكوف)

(أ) استهلاك الأوكسجين القصوى مل / كغم / دقيقة.

(ب) لكتات أسيد الأوكسجين مل / كغم.

(جـ) حامض اللبنيك القصوى مل / غرام.

فالمطاولة تحصل في جميع الألعاب الرياضية جراء التركيب الكامل لما يسمى بالعناصر المعينة، على الرغم من قيمها ورد فعل خصوصية الألعاب الرياضية الخاصة - علاوة على ذلك تتعلق المطاولة بسلسلة من الألعاب الرياضية وخاصة برفع قابلية قوة الرياضي وبعض العناصر الأخرى.

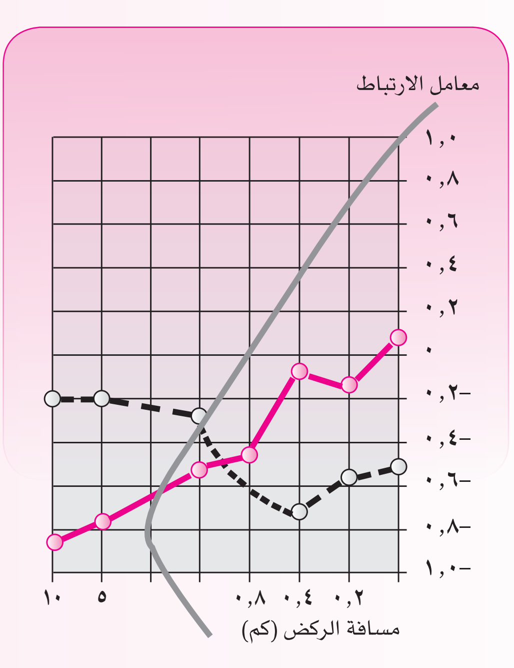
إن المتطلبات الخاصة التي تضعها المطاولة على مختلف الألعاب الرياضية تعبر مباشرة في مصطلح المطاولة الخاصة وبالطبع تعتبر مختلفة الأهمية في هذه المتطلبات كثيرًا أو قليلاً. فعندما يراعي المرء هذه المتطلبات يتمكن المرء من تمييز سلسلة من نماذج المطاولة الخاصة.

إن مطاولة ذات الزمن الطويل (تحصل في ركض المسافات الطويلة والألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية الأخرى التي لها تقارب مشابهة) وما يقارب مطاولة ركض الماراثون (في ركض الماراثون، في رياضة المشي، في التزلج على الجليد أكثر من ٣٠ - ٥٠ كم وأكثر، في ركوب الدراجات (١٠٠ كم وأكثر وغير ذلك) تشترط جراء قدرة الأجهزة العضوية على الأوكسجينية، أن النتائج الرياضية في الألعاب الرياضية التي تتطلب نماذج من المطاولة تترابط بصورة واضحة بمعاملات عالية مع مستوى استهلاك الأوكسجين القصوى ومع القيم الأخرى لقابلية المستوى (الإنجاز) الأوكسجيني للرياضي فالمسافات الطويلة ومطاولة ركض الماراثون تتعلق بأكثر من نماذج المطاولة الأخرى بالوظائف الاقتصادية ومن (التاكتيك) على المسافات (تنظيم تقسيم القوة).

ومن الناحية النفسية تتعين نماذج المطاولة هذه جراء طولها، تثبيتها وقياسات اختيار الجهد الإرادي أما الظواهر الأخرى الجوهرية التي تعين المطاولة في ركض المسافات المتوسطة وفي توافق الألعاب الرياضية التي يتم فيها تعيين شدة تمارين المسابقات جراء ذلك أن نماذج هذه المطاولة يتمكن المرء استخدامها عندما يستخدم المفهوم الواضح كالمطاولة ذات الزمن المتوسط.

إن تقسيم وظائف الأوكسجين (أولاً الاحتراق) على تموين الطاقة الكاملة خلال مسابقات المسافات المتوسطة تحصل بزيادة اجزاء الاوكسجينية أو تحصل بالتوازن.

ولكي نصل إلى هذه المستلزمات وإلى المستوى العالي يجب أن يكون الرياضي ذا قابلية جيدة لتنفيذ المسابقات.



شكل رقم (٦)

يبين معاملات الترابط (٢) قيم استهلاك الأوكسجين القصوى إضافة إلى ديون الأوكسجين القصوى والمستوى الرياضي على مسافات الركض المختلفة.

ومع عدم الانتباه إلى ديون الأوكسجين التي ترفع القيم القصوى إلى ٢٠ لتر وأكثر يرفع حامض اللبنيك في الدم إلى ٢٠ وأكثر ملغرام ٪ والتغيرات الكثيرة الأخرى في الأجهزة العضوية تتحدد بالدرجة الأولى فسيولوجية المطاولة الخاصة أما من الجانب النفسي فتعين القابلية، الإحساس السلبي والقلق الذي يحصل جراء تسلط ضخامة التغييرات في الأجهزة العضوية بواسطة تنفيذ الحمل. فالمطاولة ذات الزمن المتوسط ترتبط بصورة ضيقة كمطاولة المسافات الطويلة بقابلية السرعة والقوة، وبالطبع تضمن كذلك في هذه الحالة التفكير في قيم السرعة والقوة المطلقة وليس التفكير في المطاولة الخاصة وفي النتائج الرياضية.

أما مطاولة السرعة في فعاليات العدو السريع في ألعاب الساحة والميدان، وفي ركوب الدراجات السريع والألعاب الرياضية ذات صفة التوافق فتظهر أولاً كقابلية تحقق المستوى للتسلط بزمن قصير قدر الإمكان على مسافة السباق حتى ترفع بصورة قصوى للمحافظة على ذلك المستوى، فتحت وجهة نظر الطاقة تحصل نماذج المطاولة على الغالب جرّاء مقدرة وفاعلية الحالة اللاأوكسجينية وشروط استثمارها (أخيرًا) استخدم كلتا المرحلتين - مرحلة الكراتين فوسفات والكلايكوجين ويتطلب العدو السريع الجهد الإرادي القصوى والقابلية لضمان حدود تردد التحقيق بجانب تثبيت حركة

التوافق الحركي كما تعمل بنفس الوقت بناء ديون الأوكسجين في هذا الجانب (حتى ٢٠ لتر) وآخر حتى يتم تغيير العلاقة المشتركة بمتطلبات عالية جدًا على الجهاز النظير الودي في مرحلة إعادة فترة الشفاء وخاصة خلال طول المسابقات، عندما يجب على العداء إضافة نسبة المبدأ بالمسافة القصيرة.

إن تلك الظواهر تستخدم أحيانًا للمطاولة فالألعاب الرياضية ذات الصفة الثلاثية التي تشمل فيها تمارين المسابقات توافق الظواهر الفسيولوجية، إلا أن التكامل المناسب لا يحصل هنا، فالمفاجآت وأنواع ردود الفعل تغير حمل المسابقات في الألعاب الرياضية ذات الصفة الثلاثية إضافة إلى سلسلة خصوصية أخرى مشروطة بمتطلبات خاصة على قابلية الإنجاز، ومن ثم على المطاولة. لذا تحصل في تلك الألعاب الرياضية كما في رفع الأثقال والمصارعة أن المطاولة تظهر أولا كقوة مطاولة لذا يؤكد كلما كبر العبء الخارجي الذي يتسلط على المسابقة وكلما ارتفع تطور القوة بصورة مطلقة يزداد تعلق تكرار جهد القوة بتطور قابلية القوة الحقيقية (القصوى) وبالطبع فإن المطاولة الخاصة لا تعتمد في هذه الحالة على قابلية القوة، فهي تنشأ من جانب في القابلية والمستوى في حمل المسابقات النفسي الذي يستغرق بعض الساعات لذا لا تحصل أخطاء تكنيكية وعدم الانتباه إلى زيادة الشد الانفعالي والتعب العام، ومن جانب آخر في القابلية والشدة وحجم حمل التدريب.

إن خصوصية المطاولة التي تستخدم في الألعاب الفرقية (ألعاب المطاولة) وفي ألعاب القوة يشترط تنفيذها أولا بالتغير القصوي الذي لا يحصل فيه انحراف قياس لتصرفات المسابقات إضافة إلى عدم إمكانية تحديد حمل المسابقات وخاصة دوامه الكامل مسبقًا.

إن ذلك يتطلب تمويل المطاولة على حساب الاحتمالات القصوى لمتطلبات المطاولة، إن وفرت عدد مراحل المسابقات بالشدة الحركية القصوى (التعجيل عند الحركات الانتقالية، ضربة المهاجم أو الرمي وغير ذلك) يشترط توفيرها في الألعاب الفرقية وألعاب القوة بمتطلبات عالية على وضع تموين الطاقة اللاأوكسجينية، كما تتطلب بنفس الوقت الحجم الكامل العالي للنشاط الحركي التي يستخدم فيها تبادل فترة الراحة النسبية وقابلية المستوى الأوكسجينية العالية بصورة كافية (لذا يمكن على سبيل المثال تعيين المعدل الوسط لاستهلاك الاوكسجين خلال اللعب على للاعبي هوكي الجليد المؤهلين عاليا بـ ٩٠٪ ما يحصل باستهلاك الاوكسجين القصوي الفردي مع تأرجحة بمقدار ٧٥ – ١٠٠٪ كما تتطلب الألعاب الفرقية وألعاب القوة كالملاكمة والمصارعة والجودو ورفع الأثقال بنفس الوقت متطلبات عالية على تثبيتها مقابل

التعب الحسي والانفعالي، إن جميع نماذج المطاولة الخاصة تستوجب من المرء تمييز مطاولة الألعاب المركبة التي لها في كل الأحوال خواص معينة ، علاوة على ظواهر نماذج المطاولة فإن هناك خواص لمستوى كل رياضي في كل تمرين من تمارين الألعاب المركبة ، بقدر تكاملها في المسابقات المركبة نفسها ، في حين أن تقارب حمل المسابقات وتبادل جوانبه يؤثر باختلاف متطلبات المستوى في كل فعالية من الفعاليات الثقيلة كلما صعبت مكونات المستوى العالى فى فعاليات الألعاب المركبة المختلفة يزداد دور اللعب أثناء تحضير المسابقات المركبة وتطور مطاولة الألعاب المركبة الخاصة .



التدريب الفتري والمستمر

التدريب المستمر

في معظم برامج التدريب تطبق التمارين على هيئة تمرين يعقبه فترة من الراحة أو تمرين خفيف جدًا، وعمومًا تمارين اللياقة البدنية بالنسبة للشخص العادي عادة تتبع نمطًا مستمرًا وخاصة بعد فترة البداية حيث تصل إلى مرحلة من النشاط عندها يمكن متابعة الجهد لأكثر من ١٠ دقائق متواصلة.

والتدريب المستمر يوصف بأنه شكل من العمل حيث تكون التمارين ذات شدة ثابتة لفترات طويلة من الوقت تتراوح بين ١٥ دقيقة لمدة ساعات عديدة، وهذا النوع من التدريب قد صمم أساسًا لكي يجهد نظام نقل الأوكسجين.

كما أن التدريب المستمر يتضمن ثبات الأداء على الاعتدال أو على التكثيف الشديد في الاستمرار في التمرين ومع هذا النمط من التدريب فمن الضروري أن يكون التمرين على الأقل لمدة ١٥ دقيقة في حدود أو أكثر من معدل ضربات القلب.

وفي الحقيقة عندما تصل إلى القدرة على بذل جهد متواصل لمدة ٣٠ دقيقة فمن السهل جدًا مواصلة الجهد لمدة ٤٥ دقيقة أو أكثر، وعمومًا ففي هذه المرحلة من اللياقة فإن تعب العضلات الموضعي (تعب عضلات الرجل) يصبح عامل إحباط أكثر من الجهاز الدوري التنفسي وفي البحوث الحديثة أيضًا من خلال التجارب وجد أن فترة التدريب لمدة ٣٠ دقيقة كافية جدًا لكي نحصل على التغيير اللازم في كفاءة الفرد.

والتدريب المستمر وهو تحت الحد الأقصى يمكن إدخاله لوقت معقول في راحة نسبية، ولهذا فإن هذا النوع من التدريب مناسب جدًا للأفراد الذين بدأوا حديثًا برنامجًا تدريبًا وهو بالتأكيد طريقة أكثر لطفًا لتدريب نظام نقل الأكسجين عن طريقة التدريب الفتري والتدريب المستمر يمكن الوصول إليه عن طريق كثافة تصل إلى ٧٠٪ من معدل ضربات القلب القصوى يمكن زيادتها إلى ٨٥٪ أو ٩٠٪ من أقصى معدل لضربات القلب.

والتدريب المستمر يهدف إلى الحصول على جهد متواصل ثابت لمدة خمسين دقيقة من خلال تمرينات تؤدي وتكتمل.

والتدريب المستمر يفضل لرياضي التحمل لأنه يسمح لهم بالتدريب تقريبًا بنفس الكثافة التي تكون في المنافسات الحقيقية.

وقد قسم (ويلت) برنامج الجري المستمر إلى مرحلتين:

- تدريب جري بطيء مستمر.
- تدريب جري سريع مستمر.

بالإضافة إلى المشي الخفيف، وفي كل هذه الحالات يكون نظام الاكسجين هو المصدر السائد للطاقة ولذلك يكون برنامج الجري المستمر يسهم في تطوير سعة التحمل.

الأسس الفسيولوجية للتدريب المستمر

يجب مراعاة عند تشكيل حمل التدريب في تلك الطريقة أن يكون تشكيل الشدة والحجم بصورة تستطيع فيها الدورة الدموية أو التنفس إمداد العضلات بحاجاتها من الاوكسجين (عدم حدوث ظاهرة الدين الاوكسجيني أو تأخيرها لأطول فترة ممكنة) مما يؤثر على استمرار تجديد المواد المختزنة للطاقة وبالتالي استمرار العضلات في بذل الجهد فترة أطول وتأخر ظهور التعب، وتصل بالجسم إلى صورة (حالة الثبات) أي لا تزيد نفقاته عن دخله ولا يحتاج إلى دين، أما عند حدوث الدين الأوكسجيني أي قيام العضلات بأكسدة المواد الغذائية لتوليد الطاقة في غياب الاوكسجين مما يؤدي إلى تكوين وتراكم حامض اللاكتيك ولا يستطيع اللاعب به الاستمرار في بذل الجهد فترة طويلة.

ويمكن تحسين المقدرة على أخذ الاوكسجين بطريقتين:

(أ) الحمل المستمر لفترة طويلة تحت شروط وجود الاوكسجين.

(ب) حمل مستمر مع تبادل اختلاف الشدة، وفي هذه الحالة ترفع السرعة أحيانًا ليحدث نقصًا في الاوكسجين في الأجهزة العضوية (تحصل طاقة بدون اكسجين) وهذا يؤدي إلى قيام دافع قوي لتحسين مقدرة أخذ كمية الأوكسجين.

إن العوامل الأساسية التي تحدد قدرة متسابق المسافات الطويلة لتحمل مشقة بذل الجهد هي:

- إمداد العضلات بالأوكسجين الكافي أثناء النشاط.
- الدين الاوكسجيني الناتج من استمرار الجهد.
- توافر الوقود اللازم لتوليد الطاقة في الأنسجة.
- درجة حرارة الجسم



التدريب الفتري

أثناء بناء المطاولة العامة تستخدم طريقة التدريب الفتري (طريقة التمارين الفترية بجرعات الحمل ومرحلة الراحة).

وخلال استخدام هذه الطريقة تتميز الأنواع التي تمكن من خدمة تكامل ميكانيكية للمطاولة الاوكسجينية واللااوكسجينية – وعلى العموم فإن أغلب الطرق المتوفرة هي التدريب الفتري في الألعاب الرياضية الدورية للإعداد البدنى الخاص، أما في الإعداد البدني العام فسوف لا تستخدم هذه الطريقة، يتميز التدريب الفتري بزيادة مقاومة الجسم بالعمل ضد العوامل المؤدية للتعب بتأخير مظاهره وذلك باستخدام واستغلال مصادر الطاقة أثناء الأداء الرياضي عن طريق العمل المتبادل بين بذل القوة والاسترخاء وبين التعب واستعادة النشاط وبين تخزين مصادر الطاقة العالية (الأدنوزين تراي فوسفات والفوسفات كرياتين (ATP. PC) واستنفاذها وتلك الظواهر هي جوهر طريقة التدريب الفتري، إذ أن الاقلال من التعب أثناء التدريب يمكن أن يتحول إلى زيادة في درجة حمل التدريب (شدة – حجم).

ويمكن تفسير ذلك بيولوجيًا بالتفاعل بين نظامين LA. ATP. PC خلال الجري الفتري ومقارنته بالمستمر وبنفس المقارنة فإن الإمداد بالطاقة عن طريق نظام LA سيكون أقل وأنه عن طريق نظام ATP. PC سيكون أكثر في الجري وبالتالى قلة التعب في العمل الفتري وهذه حقيقة مهما كانت شدة العمل في الفترات (الجولات) ومدى دوام الفترة .

وقد يعتبر التدريب الفتري إحدى الطرق لتطوير القدرة الهوائية والتي تنعكس على استمرار عمل الدورة الدموية وينتظر من هذه الطريقة استعادة الشفاء سريعًا لكل من الجهازين الدوري والتنفسي وفي هذه الطريقة العداء الرياضي يفرض عليه وقت خاص لفترة زمنية محدودة والعدو السريع يتبع بفترات راحة قصيرة من الجري الخفيف.

أقصى استفادة من التدريب الفتري عندما تكون الراحة قصيرة كلما أمكن تحقق ٧٠٪ من الشفاء وذلك عندما يكون معدل ضربات القلب ١٢٠ ضربة بالدقيقة.

ويهدف التدريب الفتري إلى شدة قريبة من الأقصى ولكنها متقطعة على فترات راحة من التمرين أو في بعض الحالات راحة تامة أو جهد خفيف فربما يجري الرياضي لمدة ٤ دقائق في كل فترة وبالتالي يصبح أكثر تقدمًا، وربما يقرر صراحة تخفيض فترة السباق إلى ٣ دقائق ودقيقتين وممكن دقيقة وتحديد مدة الجري وربما تتغير مرات عديدة طبقًا لما تسمح به ظروف الرياضي الجسمانية والتمرينات العنيفة القليلة التي يقوم بها الرياضيون تكون أكثر توضيحًا لمتطلبات التنافس في التدريب الفتري.

والتدريب الفتري المثالي يتكون من عدة (٣ أو ٧) فترات عمل تكون نسبيًا قصيرة من (٣ – ٥) دقائق وتكون شديدة جدًا (تقريبًا ٨٠٪ من القدرة الاجمالية) وهذه تتخللها فترات راحة أثناءها يمارس الشخص رياضة المشي ويستعد لفترة التدريب القادمة وطول فترة الراحة ممكن أن تكون بنسبة ١ : ١ أو ١ : ٢ أو ١ : ٣ ويستخدم كثير من المدربين معدل النبض كعامل محدود وفعال لقياس كثافة التمرين وطول فترة الشفاة ولكن القاعدة الأساسية التي يجب بدء التكرار التالي، تحدد النبضات من الشريان السباتي، والتدريب الفتري يعمل على زيادة عظيمة في تحمل الرياضي وقوته، كما يسمح لعدد كبير من الرياضيين بالتدريب في وقت واحد، وممكن أن يكون أكثر كفاءة وينفذ في وقت قصير، ويحدث تقدم سريع فيه نتيجة للتدريب على زيادة التفاعلات اللاهوائية وواحد من أعظم مزايا التدريب الفتري أنه له القدرة على زيادة عدد وظائف الأوعية الدموية.

وبالإضافة إلى ذلك زيادة جليكوجين العضلات في أقصر وقت ممكن عن غيره من طرق التدريب الأخرى كما أنه مرن جدًا لأنه يتكيف مع كل مستويات اللياقة كما أنه في حالة الجري المتقطع سوف يكون العمل أكثر، وتكون متطلبات الجهاز الدوري التنفسي أكثر كما أن تطور التفاعلات الكيميائية المهمة تصبح أكثر ملائمة.

متغيرات التدريب الفتري

ويتكون التدريب الفتري من أربعة متغيرات:

- المسافة.
- السرعة.
- التكرار.
- وفترات الراحة بين التدريب.

وعمومًا فإن شدة التمرين يجب أن تحدث سرعة في النبض تكاد تكون قريبة من الحد الأقصى لمعدلات النبض، وفي خلال الراحة (استعادة الشفاء) يجب أن تتيح الوقت للنبض حتى تصل إلى مستوى بين ١٣٠ – ١٤٠ ضربة / ق قبل إعادة التمرين وهذه الطريقة سوف تزيد من قدرة الجسم على التحمل، وقد ثبت أن تحسن حالة القلب تحدث أثناء انخفاض معدل ضربات القلب من ١٨٠ – ١٢٠ ضربة / ق.

وقد وجد استراند ومساعديه أن مثل هذا التدريب إذا قسم إلى فترات قصيرة من العمل والراحة كل فترة تستغرق من ٣٠ – ٦٠ ثانية يمكن تحمله جيدًا لأكثر من ساعة تحت هذه الظروف تكون الاستجابات الدورية والتنفسية في قمتها بالإضافة إلى تراكم حامض اللبنيك كما يتوقع أثناء التدريب تحت الأقصى.



إن فترات الراحة لمدة ٣٠ - ٦٠ ثانية على فترات متقطعة أثناء التدريبات المكثفة فإن هذه الفترات تساعد على التخلص من المواد الناتجة من الاحتراق مثل حامض اللبنيك داخل تيار الدم حيث تساعد على التخلص منه أثناء فترات الراحة.

الأسس الفسيولوجية للتدريب الفتري

لتنمية التحمل الخاص يزداد استخدام طرق التدريب الفتري ويتلخص جوهر هذه الطريقة في تقسيم تمارين المنافسة (جري المسافات المتوسطة والطويلة مثلاً) أو أجزاء من التمارين التي يتكون منها نشاط المنافسة (الألعاب الجماعية مثلاً) أو أجزاء صغيرة يتم فيها حشر فترات راحة بينها ويؤدي كل جزء من هذه الأجزاء بدرجة شدة أعلى من درجة الشدة التي تؤدي بها أثناء المنافسة وفي بعض الأحيان تتساوى من درجة الشدة التي تؤدي بها المنافسة وتكون فترات الراحة بين هذه الأجزاء قصيرة إلى الدرجة التي لا تمحي معها التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن التكرارات السابقة وحتى بداية التكرار التالي من التدريب.

وكمثال للتدريب التي توصل إليه كل من جريشلر ورايندل والعاملين معهما لعدائي المسافات المتوسطة والطويلة وتتلخص هذه الطريقة في تكرار عدو مسافات قصيرة نسبيًا بسرعة أعلى من سرعة المنافسة وبفترات راحة قصيرة نسبيًا، ويجب تنظيم شدة وفترة استمرار العدو في كل مسافة بحيث يتم إنتاج الطاقة مع عدم توافر الاوكسجين ويتطلب ذلك استمرار العدو لمدة لا تزيد عن دقيقة واحدة وأن تتراوح فترة الراحة بين ٤٥ - ٩٠ ثانية لقد توصل كل جريشلر ورايندل إلى تحديد هذه الأرقام بناء على الرأي التالي.

من المعروف أنه يحدث أثناء الدقيقة الأولى من الراحة بعد الحمل الذي يتم فيه إنتاج الطاقة مع عدم توافر الاوكسجين زيادة في نشاط العديد من الوظائف الفسيولوجية بدرجة كبيرة وبالذات زيادة في نشاط كل من الجهازين الدوري والتنفسي وتزداد عمليات تبادل الغازات والتي تهدف إلى التخلص من الدين الأوكسجيني الناتج عن التدريب مع عدم توافر الاوكسجين وطبقًا لوجهة نظر رايندل يلعب حجم الدم المدفوع في النبضة الواحدة الدور الحاسم في عمل عدائي المسافات المتوسطة والطويلة، ويصل هذا الحجم إلى أقصى مستوى له مع بداية أو منتصف الدقيقة الثانية وبعد ذلك يبدأ هبوط معدل النبض إلى المستوى الذي كان عليه قبل بدء الحمل ولكي يتم خلق ظروفًا مثالية لزيادة حجم الدم المدفوع من القلب في النبضة الواحدة يوصي رايندل بأداء التكرار التالي بعد فترة راحة تتراوح بين ٤٥ - ٩٠ ثانية من نهاية التكرار السابق وبذلك لا يحدث الأثر التدريبي أثناء مرحلة الحمل فقط بل وأساسًا أثناء فترة الراحة.

وكمثال يقوم عَدَّاءو المسافات المتوسطة والطويلة ذوي المستويات العليا عند التدريب طبقًا لهذه الطريقة بأداء من (٢٠ - ٤٠ × ٢٠٠) م، في الوحدة التدريبية حيث يتراوح الزمن

بالنسبة لعداء المسافات الطويلة من (٣٠ - ٤٠) ثانية وبالنسبة لعداء المسافات المتوسطة من (٢٧ - ٣٠) ثانية وتكون فترة الراحة بين التكرارات ٣٠ ثانية ويمكن أداء نظام شبيه للسباحين عند استخدام طريقة التدريب الفتري.

ولقد نجحت هذه الطريقة نجاحًا كبيرًا في تنمية التحمل الخاص، إلا أنه من ناحية أخرى لا يجب النظر إليها على أنها الطريقة الوحيدة الصحيحة كما تشير إلى ذلك بعض الكتب الأجنبية إذ يعتبر ذلك من الأمور الخاطئة حيث تعتبر هذه الطريقة أحدى طرق التدريب الفتري ويوجد إلى جانب هذه الطريقة العديد من أشكال التدريب الفتري الأخرى والتي تختلف في بعضها من خلال كمية وديناميكية الحمل وكذلك من خلال فترات الراحة واختلاف محتوى النشاط نفسه إلا أنها تتفق جميعًا في مبدأ واحد وهو أداء جزء كما في العمل التدريبي بهدف زيادة التغيرات الفسيولوجية وعدم هبوط هذه التغيرات بطريقة جوهرية والتي تحدث نتيجة أداء كل تكرار من الحمل التدريبي.

وكمثال لاحدى طرق التدريب الفتري المختلفة طريقة التدريب الفتري المتغير والتي تتميز بفترات راحة ثابتة أو متغيرة وتتشابه هذه الطريقة مع طريقة تنمية تحمل السرعة التي اقترحتها مجموعة من الباحثين في المعهد المركزي للتربية البدنية بموسكو وتتلخص هذه الطريقة في تكرار العدو لمسافة ٤٠٠م بالسرعة تحت القصوى مع تقليل فترات الراحة بالتدريج من سبع دقائق إلى ثلاث دقائق وتؤدي هذه الطريقة للتبديل بين الحمل والراحة إلى تنشيط عمليات الجلكزة بصفة مستمرة حيث تم إثبات في العديد من الأبحاث والتي تخلق أساسًا لتنمية تحمل السرعة.

ويقتصر استخدام التدريب الفتري حتى الآن على الأنشطة الرياضية ذات الحركات المتكررة إلا أن بعض التجارب أثبتت إمكانية استخدامه في الأنشطة ذات الحركات الوحيدة (في الملاكمة والألعاب الجماعية) وبالذات أثناء المرحلة الثانية من فترة الإعداد.

إن التدريب الفتري يعمل على حدوث تأثيرات هادفة لتنمية بعض أنواع التحمل الخاص ويؤدي على المدى الطويل إلى خلق كل الظروف والعناصر الضرورية لتنمية هذه الصفة، هذا بالإضافة إلى ضرورة استخدام طرق التدريب الأخرى لتنمية السرعة والقوة والمرونة والرشاقة بالإضافة إلى الصفات المركبة الأخرى مثل سرعة القوة، وبذلك يتضح أنه لا يمكن استخدام طريقة التدريب الفتري بالارتباط مع طرق التدريب الأخرى وبالذات طريقة الحمل التكراري، وتتميز هذه الطريقة بدورٍ مهم في تنمية التحمل الخاص في جميع الأنشطة الرياضية وتتميز هذه الطريقة بأداء حملٍ ذو درجة عالية من الشدة في فترة زمنية قصيرة ويتخذ طابع الحمل سرعة القوة أو القوة.



التدريب الفتري والتدريب المستمر

الهدف الرئيسي من تدريب الجهاز الدوري التنفسي هو زيادة قدرة الدورة الدموية المركزية للقلب والرئتين والدورة الدموية الطرفية للعضلات التي تبذل الجهد لتزويدها بالاوكسجين، وهذه القدرة على استهلاك الاوكسجين القصوى يطلق عليها القدرة الهوائية وتعرف بأنها قدرة قياس وظيفة الجهاز الدوري التنفسي.

والحجم أو الكمية النسبية والوقت للتمرين خلال فترات التمرين تزيد من التنبيهات لزيادة القدرة الهوائية، وبالنسبة لأي من التدريب المستمر أو التدريب الفتري أفضل بالنسبة لزيادة القدرة الهوائية، ولقد أوضح كثير من الكتاب الرياضيين أن التدريب الفتري أكثر بكثير لزيادة القدرة الهوائية وزيادة قدرة التحمل عن التدريب المستمر.

أو العكس فإن هناك دراسات أخرى أوضحت أنه ليس هناك فروقًا واضحة بين الطريقتين فالتدريب الفتري والتدريب المستمر يمكن أن يتشابها في تحسين وتطوير الجهد الهوائي.

وفي الحقيقة هناك دلائل أنه إذا كانت الكمية النهائية أو الجرعة التدريبية النهائية لكلتا الطريقتين واحدة، فإن النتيجة كذلك تكون متشابهة وقد ثبت في مناقشات حديثة أن التدريب الفتري لا يظهر أي تقدم عن التدريب المستمر في قدرة التحمل (القدرة الهوائية) وفي نهاية العمل تكون النتيجة متشابهة، ولوجود هذه الأسباب وجد أن التدريب المستمر أفضل من التدريب الفتري، وقرر استخدام كلا منهم بالتبادل للحصول على أعلى مستوى، بينما اقترح أحد العلماء صلاحية التدريب الفتري لأنه يحتاج مجهودًا شديدًا متكررًا ويمكن أن يكون مفضلاً للوصول إلى قدرة لا هوائية عالية، لذلك يكون ضروريًا جدًا في أداء المستويات الرياضية العالية، وتوصل الفسيولوجيون إلى أن برنامج للتدريب الفتري يسمح للرياضي بتحقيق أعلى حمل ممكن بأقل كمية من التعب، حيث إن الجسم يتحمل الشغل عندما يؤدي متقطعًا بثلاثة أضعافه عندما يؤدي باستمرار.

وقد أكد العلماء أنه يمكن القيام بأعمال ذات جهد أقصى مستمر، وأشكال كثيرة من العمل تحت الماء تؤدي بصورة متقطعة أكثر منها مستمرة ومن المعروف عمومًا في معظم الأوساط الرياضية أن السيادة لبرامج التدريب الفتري عن التدريب المستمر.

ويفضل البرنامج المستمر إذا كان تمرينك من أجل تطوير القدرة الهوائية (كفاءة الجهاز الدوري التنفسي) كما يفضل لزيادة سعة العمل لفترات أطول في أقصى نسبة مئوية من الاوكسجين المأخوذ وقد وجد أن العمل الشاق على فترات متقطعة أفاد تحسنا أكثر عن العمل الخفيف المستمر.

ولكن يجب أن نتذكر أن كلتا الطريقتين (المستمر والفتري) في التدريب يمكنها زيادة قدرتك على التحمل.

وفي الوقت الحاضر لا توجد أدلة كافية تجزم بتفوق أي من النوعين (التدريب المستمر والتدريب الفتري) يزيد القدرة الهوائية، وأيهما ينجح واحتمال استخدامهم بالتبادل.

ويجب أن يكون الحد الأدنى لكل فترة تدريبية ١٠ دقائق لكل من التدريب المستمر والتدريب الفتري وتكرر على الأقل ثلاث مرات كل أسبوع، والتدريب الرياضي يشمل من ٤ – ٥ تدريبات في الاسبوع وزمنهم من ٤٠ – ٩٠ دقيقة.

وقد توصل بعض العلماء إلى أن الجري والدوران مع بذل معدل شغل عال جدًا لمدة قصيرة ولفترة زمنية قصيرة يعقبها فترات راحة يسمح للفرد ببذل كمية معقولة من الشغل لمدة أطول بدون حدوث تعب، ويؤدي العمل لفترات طويلة أو العمل المكثف المستمر إلى تجمع حامض اللبنيك في الدم، وزيادة تركيزه يؤدي إلى التعب المبكر وتوقف العمل.

وأثناء تجربة وجد أن الجري المتواصل يؤدي إلى استهلاك أكبر كمية من الاوكسجين ويرتفع معدل حامض اللبنيك في الدم وكذلك معدل النبض ومن ناحية أخرى وجد أن الجري على فترات متقطعة يؤدي إلى زيادة طفيفة في معدل حامض اللبنيك في الدم واستهلاك كمية أقل من الأوكسجين ومعدل ضربات القلب ثابتة (١٤٠ – ١٥٠ ضربة / ق)، ولو كانت فترة الراحة قصيرة جدًا لا تسمح للقلب بضخ كمية مناسبة من الدم، ولو كانت طويلة جدًا فإن الشعيرات الدموية الموجودة في عضلات أرجل الرياضي تغلق وتقل كمية الدم المدفوعة من القلب.

وبعض النتائج التي توصل إليها العديد من العلماء أكدت أن مقدار حامض اللبنيك في نهاية ٣٠ دقيقة من العمل المتقطع يدل على التجمعات المختلفة من فترات العمل والراحة، فمثلاً لمدة معينة ١٥ ثانية كمثال يزداد حامض اللبنيك مع زيادة فترة العمل ويقل بزيادة فترة الراحة، وتظل قيمة حامض اللبنيك *LA* أقل من ٨٠ ميللجرام ٪ إذا لم تزد فترات العمل عن ٣٠ ثانية وتكون فترات الراحة على الأقل مساوية لفترات العمل.

والخطوات الإرشادية الرئيسية في *ITP* تسمح بتكوين برامج لأغلب الضعفاء، وكذلك للاعبي الأولمبياد ودراستنا كذلك ودراسات كثير من الآخرين تؤيد مثل هذه الادعاءات، فعلى سبيل المثال فإن «كفانون وشيبهارد» بمركز تورنتو التأهيلي قد أثبتوا حديثًا أن ستة (٦) من المرضى الذين يعانون من آلام ذبحة صدرية لم يستجيبوا لبرنامج تدريبي مستمر قد زادت لياقتهم باستخدام برنامج جري أو جري خفيف مبني على الخطوات الإرشادية في *ITP* .

إن التعب الذي يعقب الجري المتقطع يكون أقل منه في الجري المستمر، ويمكن تفسير ذلك فسيولوجيا من خلال التفاعلات المختلفة بين أنظمة .LA & PC - ATP خلال الجري المتقطع بمقارنته بالجري المستمر، وبالمقارنة فإن الطاقة المستمدة من خلال نظام حامض اللبنيك تكون أقل والطاقة المستمدة عن طريق PC - ATP تكون أكثر في الجري المتقطع، وهذا يعني قلة تراكم حامض اللبنيك وقلة التعب المصاحب للعمل المتقطع، وهذا حقيقي مهما كانت فترات العمل ومهما طالت مدته.

والطاقة المستهلكة في العمل المستمر تكون أقل منها في العمل المتقطع.

ففي أثناء فترات الراحة في الجري المتقطع فإن جزءًا من مخزون العضلات من PC - ATP (التي تنفد خلال فترات العمل) يعاد تكوينها عن طريق النظام الهوائي أي أن جزءًا من دين الاوكسجين يدفع أثناء فترات الراحة، وهكذا فإنه أثناء مسافة مقطوعة تعقب فترة الراحة يكون PC - ATP المتكون ثانية متوفرًا كمصدر للطاقة ويترتب على ذلك أن الطاقة المستمدة من نظام LA يحتفظ بها ولا يتراكم حامض اللبنيك بسرعة أو بكمية كبيرة، وبالعكس أثناء الجري المستمر فإن PC - ATP المختزن ينفذ خلال دقائق قليلة أو ثواني، ولا يعاد تكوينه حتى ينتهي العمل (الجري مثلاً)، وفي هذه الحالة فإن الطاقة المستمدة في شكل ATP من نظام حامض اللبنيك سوف تستهلك مبكرًا في الجري ويتراكم حامض اللبنيك بسرعة حتى يصل إلى مستوى الإرهاق، وكل هذا له معنى حقيقي عند تطبيقه على التدريب لأن تأخير التعب المصاحب للعمل المتقطع يمكن أن يتحول إلى زيادة في شدة العمل المؤدى، وهذه أهم ميزة في العمل المتقطع وهي المفتاح إلى نظام التدريب الفتري.

ومهما كان برنامج التدريب فإن العمل يجب أن يكون متقطعًا للحصول على أقصى شدة وكذلك أقصى تحسن في سعة الطاقة.

مما سبق أن العلماء قد انقسموا إلى فرق بين مؤيد ومعارض في استخدام أي من طريقتي التدريب (المستمر والفتري) في التدريب الرياضي.

فالبعض يؤيد استخدام طريقة التدريب الفتري ويرى تفوقها على طريقة التدريب المستمر من حيث أفضليتها في الوصول إلى قدرة هوائية وتحملية عالية باستخدام حمل متكرر عال الشدة يفيد في أداء رياضي المستويات القوية، كما أن هذا النوع من التدريب يؤخر ويؤجل ظهور التعب حيث أن الطاقة المستمدة من نظام L.A أقل من الطاقة المستمدة من نظام PC - ATP التي تفوقها في العمل المتقطع وهذا يؤدي إلى تراكم طفيف في حامض اللبنيك، حيث يعاد تكوين مخزون طاقة العضلات من نظام PC - ATP أثناء فترات الراحة البينية المنتظمة.

في حين أن طريقة التدريب المستمر من وجهة نظر الفريق الثاني من العلماء تؤدي إلى نفاذ نظام PC - ATP خلال دقائق قليلة أو ثوان معدودة ولا يعاد تكوينه حتى الانتهاء من التدريب تمامًا، وبالتالي تلاحظ استهلاك الطاقة من نظام L.A بصورة مبكرة سريعة وتراكم L.A الذي يؤدي في النهاية إلى تعب العضلات.

وهناك العديد من الدراسات التي قام بها بعض العلماء أسفرت نتائجها على أنه لا يوجد أي سيادة أو تفوق لأي من الطريقتين على الأخرى وأن طريقتي التدريب متشابهة إلى حد كبير في تحسين وتطوير القدرة الهوائية.

إن طريقتي التدريب المستمر أو التدريب الفتري يمكنها زيادة القدرة على التحمل، حيث يمكن استخدامها في الأنشطة الرياضية التي تتصف بالتحمل كرياضة الملاكمة والمصارعة وكرة القدم وسباحة المسافات الطويلة و.... الخ.

والبعض الآخر من العلماء قرروا استخدام كلتا الطريقتين من التدريب (الفتري والمستمر) بالتبادل للوصول إلى أعلى مستوى في الأداء البدني والرياضي، حيث أظهروا عدم وجود أدلة كافية تقطع بتفوق طريقة على أخرى.

التدريب الفتري والمستمر في السباحة

من الطبيعي أن استخدام التدريبات التي تتطلب نشاطًا عاليًا للجهاز الدوري والجهاز التنفسي تؤدي إلى زيادة هائلة لقدرة الرياضيين الهوائية، يصل مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الاوكسجين للسباحين ذوى المستويات العالمية إلى أكثر من ٧٠ مللي ليتر لكل كيلو جرام من وزن الجسم في الدقيقة بينما يكون أكثر من ٥٠ مللي ليتر / كيلو جرام / دقيقة لسباحي الدرجة الثالثة، ويمكن أن يؤدي التدريب الخاص بالتحمل تتراوح بين ٦ - ١٢ اسبوعاً، وبزيادة حوالي من ١٠ - ٢٠٪.

وتستخدم طريقة التدريب الفتري، والمسافات، لتنمية المقدرة الهوائية وتؤدي هذه المسافات إما بطريقة، مستمرة أو متقطعة، ويتأسس التدريب الفتري على زيادة حجم ضربات عضلة القلب خلال فترة الراحة البينية، وبهذا الشكل تتعرض عضلة القلب في بداية الراحة إلى تأثير خاص يزيد عما يلاحظ أثناء النشاط العضلي.

وتستخدم طريقة التدريب الفتري بهدف زيادة المقدرة الهوائية، ويجب أن تكون في إطار المبادئ الفسيولوجية الآتية:

- يجب ألا يزيد زمن سباحة المسافة عن ١ - ٢ دقيقة.
- فترة الراحة البينية ترتبط بطول المسافة، بحيث تكون بمثابة قاعدة عامة في حدود ٤٥ - ٩٠ ثانية.

يجب أن تصل سرعة النبض بعد قطع كل مسافة إلى ١٧٠ – ١٨٠ نبضة دقيقة، وفي نهاية فترة الراحة تصل إلى ١٢٠ – ١٣٠ نبضة / دقيقة وزيادة النبض بعد قطع المسافة أكثر من ١٨٠ نبضة / دقيقة، وقلة النبض بعد الراحة عن ١٢٠ نبضة في الدقيقة، يفقد الهدف من التدريب.

وتهدف طريقة التدريب الفتري أساسًا إلى رفع كفاءة القلب الوظيفية، وبالرغم من تأثير طريقة التدريب الفتري الإيجابي فإنه لا يمكن إغفال بعض عيوبها حيث إن تأثيرها على زيادة عمل القلب لا تعتبر ثابتة، كما أن الزيادة المفرطة في استخدام التدريب الفتري لها خطورتها على جسم اللاعب، وخاصة القلب والجهاز العصبي المركزي، لذلك يجب إجراء الكشف الطبي الدوري بصفة منتظمة ودائمة.

واستخدام طريقة تدريب المسافات يؤدي إلى تحسين وظيفة الجسم في استهلاك الاوكسجين، كما أن سباحة المسافات الطويلة عندما تكون سرعة القلب من ١٤٥ – ١٧٥ نبضة / دقيقة، يؤدي إلى رفع كفاءة القلب، بالإضافة إلى تأثير هذه الطريقة في تفتيح الشعيرات الدموية، مما يؤدي إلى زيادة مقدرة العضلات على استهلاك الاوكسجين، وفي رأي بعض الخبراء أن طريقة تدريب المسافات تؤدي إلى تحسين المقدرة الهوائية بطريقة أكثر ثباتًا من طريقة التدريب الفتري.

ويجب مراعاة العوامل الآتية عند استخدام طريقة تدريب المسافات:

يجب أن تكون شدة التدريب عالية بدرجة تسمح بزيادة حجم ضربات القلب، ومستوى استهلاك الاوكسجين، بحيث تكون أقرب إلى الحد الأقصى بقدر الإمكان.

طول المسافة وتحديدها يرتبط بمستوى السباح، لذلك فإن السباحين ذوي المستويات العالية يمكن أن يسبحوا من ٤٠٠٠ – ٦٠٠٠ متر، ويجب عدم إغفال أن زيادة استمرار المسافة بما يزيد عن مقدرة السباح يؤدي إلى نقص استهلاك الاوكسجين، واختلال النشاط لأعضاء وأجهزة استهلاك الاوكسجين وذلك يؤدي إلى تأثيرات سالبة للتدريب، وإلى جانب هذه الطرق تستخدم السباحة مع السرعة المتغيرة، وذلك لتنمية التحمل في ظروف العمل الهوائي، وقطع المسافة بحيث يسبح السباح جزءًا سريعًا يليه جزء بطئ، وهكذا، بحيث تكون سرعة القلب في نهاية الجزء السريع من ١٧٠ – ١٧٥ نبضة في الدقيقة، ويجب عدم الاعتقاد كما هو شائع في أن تحسين المقدرة الهوائية لا يتم إلا بسباحة المسافة بسرعة ثابتة فقط، فالسباحة الطويلة بكثرة تؤدي إلى تأثيرات سلبية تنعكس في القضاء على سرعة السباح ومقدرته اللاهوائية، كما تؤدي إلى انخفاض الحالة الوظيفية للعضلة.

ولتجنب أي تأثيرات سلبية على جوانب بناء السباح، أو حالته الصحية، يمكن استخدام وسائل التدريب المتنوعة والمختلفة التي تشمل طريقة التدريب الفتري، أو طريقة تدريب

المسافات ذات السرعة المنتظمة والمتغيرة أي أنه يجب ألا تستخدم طريقة واحدة تنمية القدرة الهوائية.

ولتحديد استخدام هذه الطرق يجب معرفة كيف تؤثر هذه الطرق على تحسين المقدرة الهوائية، وكذلك معرفة كيف تؤثر على التحميل للعمل لفترة طويلة، ومن المهم أيضًا معرفة كيف تؤثر طريقة التدريب الفتري وطريقة تدريب المسافات على إمكانيات السباح اللاهوائية، وكذلك تأثير هذه الطرق على طول فترة إعداد السباح.

وقد أثبتت الدراسات التي أجريت على السباحين ذوي المستويات العليا، أن استخدام طرق التدريب المختلفة تعمل على تحسين النتائج بالنسبة للسباحين، وبالرغم من تشابه هذه الطرق في التأثير العام على السباحين فإن كل طريقة من طرق التدريب تعمل على تحسين وظيفة الجهاز الدوري للتنفس، وإمكانية الاستمرار في الأداء على مستوى عال من استهلاك الاوكسجين، وإمكانية السرعة والقوة، والتحمل عند العمل اللاهوائي وغيرها من الصفات التي تؤثر على مستوى السباح.

إن استخدام طريقة التدريب الفتري، وطريقة سباحة المسافات بسرعة متغيرة، له تأثيره على سرعة تحسن الإمكانيات الوظيفية للجهاز الدوري والتنفسي أو السباحة بشدة غير عالية، تؤدي إلى تنشيط الجهاز الدوري والتنفسي إلى الحد الأقصى لمقدرة السباحين، وذلك يؤدي إلى تحسين كفاءة الجهاز الدوري والتنفسي، وسرعة تكيفها مع المجهود وعند استخدام طريقة المسافات فإن اللاعب لا يصل إلى مرحلة التكيف في الجرعة الواحدة، لأن هذه الطريقة تتطلب نشاطًا مستمرًا للأجهزة الوظيفية المهمة وذلك لفترة زمنية طويلة مع درجة عالية للتمثيل الغذائي، وهذا يساعد على مقدرة الجسم في استهلاك اوكسجين بمستوى عال لفترة طويلة.

التدريب الفتري في المجال اللاأوكسجيني الكلايكولي

أثناء تطور المطاولة الخاصة في ركض المسافات الطويلة وفي الألعاب الرياضية ذات صفة التوافق يكون التكيف على التغييرات غير المناسبة في الأجهزة العضوية ذات أهمية خاصة تتعلق سوية مع بناء ديون الاوكسجين وإفراط حالة حامض اللبنيك خلال الحمل.

ان التفتيش نحو الطرق الفعالة لحل هذه المشكلات تؤدي إلى إعادة صياغة بعض التنوع الخاص للتدريب الفتري.

ونسبة إلى الأبحاث الميدانية والأفكار النظرية يجب احتوائها على قياسات الحمل والراحة:



١ـ تقترب الشدة من القصوى (من ٩٠ إلى ٩٥٪ من أعلى سرعة فردية على مرحلة المسافة المستخدمة).

٢ـ أن دوام مرحلة الحمل الواحدة يمكن أن تقدر ٣٠ ثانية إلى ٢ دقيقة (الخاصة على سبيل المثال من ٢٠٠ إلى ٦٠٠م في مرحلة الركض ٥٠ إلى ٢٠٠م في مرحلة السباحة وغير ذلك).

٣ـ أن الفترة تكون متغيرة، إذ تقصر من ٥ إلى ٦ دقائق إلى ٢ إلى ٣ دقائق في كل سلاسل الحمل بحيث تتكون جراء التكرار على مرحلة المسافة المعطاة، وتستخدم بين السلاسل راحة طويلة تصل من ١٥ إلى ٢٠ دقيقة.

٤ـ تتكون كل سلسلة من ٣ إلى ٤ مراحل حمل ويحصل التكرار الكامل من ٢ إلى ٦ مرات في الوحدة التدريبية (تتعلق بحالة الفترات).

فأثناء مثل هذا التدريب يأخذ مضمونة على حامض اللبنيك في الدم ولا يختفي في مسار الحمل، لذا يكون أقوى ما يمكن خلال الفترات وفق نطاق السلاسل وتعلقها بطوله.

فعندما يبلور المرء الحمل والراحة بصورة منظمة، يتمكن المرء بمرور الزمن التكيف ولذلك تتضمن المطاولة في حين يحصل تحشيد تبادل المواد الاوكسجينية (الكلايكولي).

التدريب الفتري في مجال اللاأوكسجيني (اللكتات أسيد)

إن هذا الشكل من التدريب الفتري يتميز عن المعطيات السابقة جراء رفع الشدة والزمن القصير لمرحلة الحمل التي تحتاج إلى الراحة الطويلة نسبيًا.

لذا يتناسب تصور المكونات المستخدمة التي تهدف إلى زيادة المقدرة الميكانيكية اللاأوكسجينية التي تعتبر المؤهلات للأطوار الأولى لشدة المستوى القصوي (عندما تسير الطاقة جراء رد فعل الكراتين فوسفات بدون بناء اللاكتيك) تحصل جرعات الحمل والراحة كالآتي:

١ـ تقارب الشدة من القصوى (تثبيت مرحلة المسافة بسرعة قدرها ٩٠ إلى ٩٥٪ من السرعة القصوى).

٢ـ ان دوام مرحلة الحمل الواحدة لا تتجاوز في العادة أكثر من ٨ إلى ١٠ ثانية فعلى سبيل المثال الركض لمسافة ٧٠م، والتزلج السريع على الجليد مسافة ١٠٠م وغير ذلك (ان زيادة دوامها يؤدي إلى الانتقال إلى الميكانيكية الأخرى لاكتساب الطاقة والتي تكون غير مطلوبة في هذه الحالة).

٣- إن الفترات تعتبر ثابتة نسبيًا وتقدر من ٢ إلى ٣ دقائق تقريبًا، هذا ما ينصح استخدامه، وفي الفترات بين السلاسل تستخدم الحركات البسيطة بالشدة القليلة التي تشابه الحركات في مرحلة الحمل (على سبيل المثال المشي في الفترات بين تعجيل الركض) وذلك لتعين مضمون الجهاز العصبي - الحركي.

٤- إن عدد تكرارات الحمل في كل سلسلة تقدر من ٣ إلى ٤ ويمكن أن تكون عالية في الزمن الأول لعدد السلاسل في الوحدة التدريبية بحيث تناسب تطور حالة التدريب ويرتفع عدد السلاسل إلى الضعف وأكثر.

الفصل الثاني

الـقــــــوة

تطوير القوة العضلية

إن القوة العضلية تتعلق بالمقطع العرضي الفسيولوجي للعضلة، وأن هذه العلاقة قد أيدت من قبل العلماء في حقل التشريح والفسلجة وبنفس الوقت قد أثبتت بواسطة أعمال وتجارب مختلفة بأن تحسين التوجيه العصبي مهم لتطوير القوة، ومن خلال الفسلجة الرياضية الحديثة أثبت بأن درجة الانقباض العضلي تتغير بتأثير الجهاز العصبي المركزي.

وأن تحشيد إمكانيات الانقباض والانبساط له تأثيره الكبير لأي عضلة تقوم بواجب معين وهذا بدوره مرتبط بالوزن المناسب لتوجيه إثارة العضلات التي تتعلق بدرجة انقباض وانبساط الشعيرات العضلية وبتأثير الجهاز العصبي اللاأرادي الذي يؤدي إلى عمليات التعود، ولقد أثبتت التجارب الفسلجية بأن انقباض العضلة يكون أقوى وأسرع إذا كانت في حالة تعدد وأن قوة الإنسان متعلقة بحجم العضلة وبرهن البايولوجين من جهة أخرى بأن تكبير حجم العضلة عند الحيوانات الحلوبة مثلاً يؤدي إلى تقليل القوة النسبية وهذا يعني بأن هناك علاقة بين الحجم المطلق للقوة القصوى ووزن الجسم، لذلك فإن أي نشاط للإنسان يتطلب طاقة بايولوجية وكلما كبرت القوة المراد التسلط عليها كلما وجب زيادة جهد الطاقة، ولتطوير القوة العضلية لرياضي المستويات العالية يمكننا استعمال طريقتين رئيسيتين هما - الطريق الأول - تطوير القوة العضلية دون التركيز على نشاط عمليات التبادل ولذا يكبر حجم العضلة بشكل ملحوظ، أن تطوير القوة العضلية في هذه الحالة يتم بالدرجة الأولى بواسطة تكامل الانعكاس الإرادي المرتبط في الجهاز العضلي المركزي والذي يسير مع تحسين توافق عمل العضلة.

أما الطريق الثاني - فيتم عن طريق القوة العضلية لصالح زيادة حجم العضلة، وهذا يتم بواسطة رفع نشاط عمليات التبادل في العضلة عن طريق وظائف الانعكاس الإرادي

المرتبط بالجهاز العصبي المركزي الذي ينتج التوافق العضلي اللازم، هناك طريق ثالث عندما تربط بين الطريقتين المذكورتين أعلاه بصورة مشتركة، لقد لوحظ أن تطوير القوة يمكن أن يتم بواسطة الطريق الأول أسرع من الطريق الثاني.

أما بالنسبة إلى القوة العضلية فإنها تتطور أسرع إذا كان التركيز الرئيسي على الطريق الثاني، وقد يبدو واضحًا أن القوة متعلقة بالسير الوظيفي للعضلة إذا كان متحركًا أو ثابتًا.

ثم لوحظ خلال العمل العضلي المتحرك أن القوة العضلية يمكن أن تتحسن إما بواسطة تقصير شعيراتها (عندما يكون شكل العمل بحالة التسلط) أو عند تطويلها (عندما يكون شكل العمل بحالة المطاوعة) أما في العمل العضلي الثابت فيمكن أن تتطور القوة العضلية من خلال العمل العضلي الإيجابي أو السلبي، وبذلك لا يتغير طول العضلة سواء أكان في الحالة الأولى أو الثانية.

إن مختلف تمارين القوة العضلية سواء أكانت الثابتة أو المتحركة لها صفات معينة تنسجم مع حجم وشكل القوة المتطورة.

الأسس الفسيولوجية والكيميائية للقوة العضلية

إن تحليل حامض الفوسفات الثلاثي الذي نسبته عند العمل العضلي ثابتًا يعاد تركيبه بسرعة أثناء فترة الشفاء بواسطة التحولات الكيمياوية خلال الحالات الاوكسجينية واللاأوكسجينية ويعتبر أساس الطاقة البايولوجية عند الانقباض العضلي، لذلك فأن زيادة قوة العضلة عند ثبات الشروط والمتطلبات (طول العضلة عند الابتداء بالتدريب ثم وضع الجسم الخ...) ترتبط بالدرجة الأولى مع زيادة الطاقة البايولوجية، أن زيادة تغذية الطاقة أثناء تطوير قوة العضلة يمكن الوصول إليها بمختلف الطرق، لذا فإن القسم الكبير من حامض الفوسفات الثلاثي يوجد في الشعيرات العضلية، وأثناء الانقباض الاعتيادي أو القصوي للعضلة تتم الحركة على حساب نشاط عمل أعداد كبيرة من الشعيرات العضلية التي تعمل سوية وبصورة مشتركة، كذلك لوحظ أن قسمًا من الشعيرات العضلية لا تشترك في العمل، أما بالنسبة للعضلة غير المدربة فلوحظ أن نسبة اشتراك الشعيرات العضلية لا يتجاوز أكثر من ٢٠٪ خلال العمل، وبالنسبة للعضلات الصغيرة فيصل الاشتراك بنسبة ٥٠٪، أما عند تحسين حالة التدريب تنمو قابلية العمل بحيث تطابق الشعيرات العضلية ، إن عملية تكامل عمل العضلة الداخلي يعتبر الطريق الرئيسي لتطوير قوة العضلة خلال نشاط وعمل اشتراك أكبر عدد من الشعيرات العضلية التي لديها قابلية عالية للشد أثناء الانقباض لمرة واحدة.

إن التجارب التي أجريت على اللبائن أثبتت بأن العضلات قد قسمت إلى قسمين رئيسيين سريعة العمل، وبطيئة العمل، فعند الانقباض العضلي لمرة واحدة تقصر العضلات السريعة من ٢ إلى ٣ مرات أسرع من العضلات البطيئة وعند تساوي المقطع العرضي للشعيرات العصبية ستصل الإثارة بسرعة كبيرة وذلك لتحضير وتحفيز العضلات السريعة، أن الأعصاب الحركية المتولدة عن العضلات السريعة تحتاج إلى عدد كبير من الحوافز، لقد أظهرت التجارب بأن تبادل الأعصاب النازلة التي تسير نحو العضلات البطيئة والسريعة تستطيع أن تغير العمل الوظيفي للعضلة، إذ يمكنها تحويل العضلات السريعة إلى بطيئة وبالعكس، أن هذا يدلل لنا بأن الصفات الوظيفية للشعيرات العضلية ما هي إلا تعبير عن صفات الأعصاب الحركية الخاصة بها (زاتسيورسكي).

لقد لوحظ بأن الإنسان يملك نوعين من الشعيرات العضلية هما الحمراء والبيضاء، فالشعيرات الحمراء تكون ٣٠٪ من العضلة تقريبًا، وأن انقباضها يكون بطيئًا، إلا أنها تتمكن من البقاء لفترة طويلة من الانقباض، أما الشعيرات البيضاء فهي على العكس من ذلك، إذ أنها تنقبض بسرعة كما أنها تتعب بسرعة أيضًا خلال مراحل تطوير القوة العضلية، لقد لوحظ أن التدريب الخاص يحدث تغيرًا في الشعيرات الحمراء حيث تزداد سرعة الانقباض فيها ويمكن توضيح ذلك بأن تطوير القوة العضلية يحتاج إلى تدريب طويل وتمارين قوية ذات فترة زمنية قصيرة لمثيرات أو حوافز الجهاز العصبي المركزي.

إن زيادة عدد الشعيرات العضلية يتم بواسطة الجهد القصير مع الحافز الشديد، وطبقًا لذلك تظهر حقيقة أن مثل هذا العمل العضلي لا يؤدي إلى تضخم الجهاز العضلي، كما أنه لا يؤدي إلى نمو حجم العضلة ذلك لأن الشد العضلي القصوي وغير القصوي يحدد حجم العمل عند أداء التمرين لذا لا تتمكن العمليات البيوكيمياوية من النشاط بشكل كبير، وطبيعيًا أن هذا النشاط لا يحجب عمليات البناء في العمل العضلي.

ولقد لوحظ من تحليل الشعيرات البيضاء بأنه يمكن السيطرة على عملية بنائها، ونتيجة لذلك لا تحدث زيادة في الشعيرات البيضاء في العضلة أثناء فترة الراحة، ثم لوحظ أيضًا أن زيادة الشعيرات البيضاء يؤدي إلى زيادة القوة العضلية.

إن التجارب أظهرت بأن زيادة الشعيرات البيضاء أثناء فترة الراحة تكون أكثر كلما قصرت فترة الراحة لصالح العمل، أن تطور القوة العضلية يتحقق بالدرجة الأولى بواسطة انعكاسات إرادية مناسبة ترتبط بالجهاز العصبي المركزي وأن عملية الترابط هذه تضمن التركيز اللازم لعمل المثيرات والقوة المناسبة وعدد المحفزات التي تسير بواسطة الأعصاب الحركية، وتأثير بناء الجهاز اللمفاوي، لذلك لوحظ أن لهذه الحركات أهمية كبيرة لتكامل توافق العمل العضلي الداخلي، خلال هذا التكامل يتم التوافق بين عمل العضلات المحملة

والعضلات المتقابلة التي بدورها تؤدي إلى نمو حجم القوة العضلية، لقد لوحظ بأن هناك طرقًا أخرى لزيادة القوة العضلية بواسطة زيادة حجمها وذلك لأن القوة العضلية تسير موازنة مع نموها.

إن تضخم العضلة يوضح من خلال شدة تبادل عمليات العمل والراحة تحت ظروف الحالة اللاأوكسجينية، ونتيجة العمل العضلي تزداد كفة تحلل الشعيرات البيضاء ويؤدي بدوره إلى بناء كمية الشعيرات وزيادتها خلال فترة الشفاء، وبالتالي يحدث تضخم في حجم العضلة، كلما قلت نسبة الشعيرات البيضاء أثناء العمل العضلي، كلما زادت الشعيرات أكثر في فترة الشفاء، ومن أجل تكبير حجم العضلة لا تحتاج إلى الشد العضلي القصوي، فالشد يجب أن يكون بشكل يؤدي إلى تغذية العمل العضلي بالطاقة على حساب العمل الاوكسجيني الذي يجب أن تتم فيه عمليات التبادل بشكل فعال.

إن أداء تمارين القوة بشدة أقل من الإنجاز القصوي بكثير لا يؤدي إلى تكامل توافق العمل داخل العضلة وبذلك لا يحدث تطابق في عمل الشعيرات العضلية وفعالياتها، لأن عملية التكامل تتم عند أداء التمارين بالشدة العالية فقط، لذلك فتوافق العمل داخل العضلة يحدث عندما يتحسن عمل تطابق الشعيرات العضلية بواسطة كبر الشد العضلي وكمية الحمل، لهذا يؤثر تحسن توافق العمل داخل العضلة على تطوير حجم قوة المجموعات العضلية ويقدر قرب الشد العضلي إلى الحجم القصوي ينخفض نشاط نمو حجم العضلة، لوحظ بنفس الشكل هبوط واضح للشد العضلي، عندما تكبر فترة العمل العضلي ومتطلبات تغذية الطاقة للنشاط العضلي والتغيرات الحاصلة على حساب الحالة الاوكسجينية.

أنواع القوة المتحركة

إن أنواع القوة المتحركة عند تسلطها على المقاومة تكون بثلاثة أنواع:

- القوة الانفجارية.
- القوة السريعة.
- القوة البطيئة.

التحليل البيوكيميائي للقوة الانفجارية

القوة الانفجارية تظهر عند تسلطها على المقاومة بتعجيل قصوى أي المقاومة تقع تحت الحالة القصوى.

إن الصفات الخاصة للقوة الانفجارية تتعلق بأعلى درجة من سرعة تحشيد الطاقة الكيمياوية في العضلة وتحويلها إلى طاقة ميكانيكية.

لقد لوحظ عدم تعلق القوة المقاسة بمحلول الفوسفات الثلاثي فقط، بل بسرعة نشاطه في لحظة وصول المثيرات الحركية ويسري اعادة بناءه وتكوينه مرة ثانية، لتحديد سرعة نمو الشد العضلي عند ارتباطه بالقوة الانفجارية، تلعب سرعة تكوين وبناء الطاقة بواسطة حامض الفوسفات الثلاثي في الوحدة الزمنية دورًا أساسيًا.

إن عدد الجزيئات المتقدمة لحامض الفوسفات الثلاثي لا تصل حدها القصوى، وذلك لأن العمليات الكيمياوية للهدم والبناء يجب أن تتم بسرعة فائقة، أن إعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي أثناء التدريب على الحركات الثلاثية (الحركات غير المتشابهة والتي لا تعيد نفسها) تتم بالدرجة الأولى من خلال حالة الطاقة التي ترتبط بالتحلل الذي يحدث في دورة حامض الكراتين فسفور،أما في التمارين ذات الصفة الثانية (الحركات التي تعيد نفسها) التي ترتبط بالعمل المستمر فيتم إعادة بنائه نتيجة لدورة حامض الكراتين فسفور المرتبط مع فسفور الكلوكوس والتأكسد الميكانيكي.

وطبقًا لأقوال (أليك) يتم العمل عند ركض ١٠٠م، بأقصى سرعة على حساب أربعة مواد رئيسية هي:

- على حساب الاحتياطي الداخلي للأوكسجين والربط بين احتياطي طاقة فسفور كراتين وبقايا الفسفور - فعلى سبيل المثال أن استخدام (ك كلوري) Kcal ٢٣ من السعرات الحرارية العالية أو ٥٠٪ من مجموع الطاقة اللازمة.
- على حساب بقايا الاوكسجين الاحتياطي (استخدام الاوكسجين للكلوكوز) استخدام ١٢ ك كلوري (السعرات الحرارية العالية) أو ٢٥٪ من مجموع الطاقة اللازمة.
- على حساب الاوكسجين المأخوذ من الهواء أثناء عملية الشهيق (ك كلوري) ١٤,٨٪ من مجموع الطاقة اللازمة.

التحليل البيوكيميائي للقوة السريعة

أن الصفات الكيمياوية بسرعة القوة أثناء أداء تمرين لمرة واحدة من النوع ذو الصفة الثلاثية (غير المتشابه) يؤدي بالدرجة الأولى إلى تحلل حامض الفوسفات الثلاثي في وحدة زمنية معينة (بتعبير آخر شدة تحلل حامض الفوسفات الثلاثي) ، والذي يقل عما هو في حالة القوة الانفجارية قليلا. أما كيمياوية سرعة القوة أثناء تكرار تمرين ثنائي (متشابه) فأن الحال تختلف مبدئيًا، لقد لوحظ أن مخزون الكراتين فوسفات ليس كبيرًا لدرجة يتمكن فيها من أداء العمل الكلي مع الطاقة المخزونة، أن شدة رد فعل تصل أقصاها بعد ٢ - ٣ ثانية من العمل وبعدها تقلل بسرعة، أن عملية التنفس الأوكسجينية واللاأوكسجينية تصبح المغذي الرئيسي لكسب الطاقة لإعادة بناء حامض الفوسفات وكذلك لا تستغل مخزون الكلايكوجين

الموجودة في أجهزة الجسم الداخلية، أما أثناء التمرين الثاني على سرعة القوة فتلاحظ عدم حدوث نقص في كمية الاوكسجين إذا كان حجم القوة ليس كبيرًا وعملية التنفس تكفي لمتطلبات الطاقة اللازمة للنشاط العضلي، أن ظهور سرعة القوة في كل عضلة مرتبط بتنظيم نشاطها أثناء الانقباض لمرة واحدة، ثم بعدد مختلف من الشعيرات العضلية خلال الجهد الكبير والذي يتعلق بحجم المقاومة المتسلطة عليها وتعجيله.

وكذلك يتعلق بسرعة وعدد المحفزات التي تنقل بواسطة الأعصاب الحركية، وهنا تظهر علاقة ثابتة، أن ظهور سرعة القوة (من الجهة الميكانيكية للتوافق في العمل العضلي الداخلي) لا ترتبط بتطابق نشاط الشعيرات العضلية بدرجة عالية بقدر ارتباطها بعدم التطابق.

أما بالنسبة للقوة البطيئة فإنها تظهر للعمل العضلي في حالة التسلط أو المطاولة، ولوحظ أن هناك اختلاف لعدد مرات الإعادة في السلسلة الواحدة، فعند التدريب على القوة الانفجارية والقوة البطيئة تكون إعادة التمرين لمرة واحدة فقط في الوقت التي تكون الإعادة فيه لعدة مرات في السلسلة الواحدة عند التمرين على سرعة القوة، وهنا لابد من الملاحظة بأن صغر حجم المقاومة المتسلط عليه (قياسًا للإنجاز الشخصي) يدفعنا إلى زيادة عدة مرات الإعادة.

إن هذا الرأي يسند الفكرة الفسلجية والبيوكيمياوية لصفات ظهور أنواع القوة المتحركة، وتعتبر أشكال ظهور القوة نتائج لعمل المجاميع العضلية، لذلك يجب على المرء أثناء ملاحظة الوظائف الحركية لأشكال القوة أن يأخذ بنظر الاعتبار صفات الجهد العضلي أثناء نشاط أي عضلة أو مجموعة عضلية.

لذلك فالفعل الميكانيكي الرئيسي الذي يغير درجة الشد العضلي هو دائمًا المغذي للمثيرات المختلفة.

هناك نوعان رئيسيان لمغذي المثيرات:

- تنظيم النشاط النوعي لمختلف الوحدات الحركية.
- التبادل في سرعة وعدد الحوافز المنقولة بواسطة الأعصاب الحركية.

إن ظهور سرعة القوة في كل عضلة مرتبط بتنظيم نشاطها أثناء الانقباض بتقصيرها القصوى (قصر العضلة عند الثني) وبمشاركة أكبر عدد ممكن من الشعيرات العضلية أثناء أعلى درجات الانقباض.

إن سرعة وعدد المحفزات المنقولة تصل إلى الحجم المناسب، وأن قابلية إنجاز العضلة يقل كما هو معروف عند زيادة عدد مرات التكرار.

إن ظهور القوة البطيئة في كل عضلة مرتبط بتطابق نشاط أقصى عدد من الشعيرات العضلية أثناء أعلى درجات الانقباض عند ارتباطها مع سرعة وعدد مناسب من المحفزات الحركية المنقولة، لوحظ أثناء العمل العضلي لا تستخدم جميع الشعيرات العضلية في آن واحد، بل في تدرج معين.

كما لوحظ في بداية العمل العضلي مشاركة عدد قليل من الشعيرات العضلية لتعطي المرحلة الوظيفية الأولية التي ترتبط بزيادة شدة الانقباض (زاتسيورسكي).

يعتقد كثير من العلماء حدوث تطابق لنشاط عدد من الشعيرات العضلية عندما تطول فترة التدريب، أما في القوة البطيئة فيكون وقت الانقباض القصوي أكبر منه في حالة القوة الانفجارية، أن العمل العضلي في مراحل سير حركة الرياضي هو نتيجة تبادل عمل المجاميع العضلية، لذا فالعمل المرتبط بالعضلات المحملة سببه تكامل الترابط بين العضلات، لقد وجد في كل حالة من حالات ظهور القوة المتحركة بأنه يأخذ الترابط بين العضلات صفات معينة، أولها اختلاف زمان التمرين، إضافة إلى ذلك لا يجوز شد العضلات المتقابلة المحملة أثناء القوة الانفجارية أما أثناء القوة السريعة والبطيئة فتكون لهما في الحالات الثانية مستوى مناسب للشد العضلي.

وأثناء القوة البطيئة يجب أن يتم تحشيد داخلي لأقصى ما يمكن من الطاقة الكيمياوية في الوحدة الزمنية في لحظة انتهاء الحمل الخارجي القصوي، أن التحلل القصوي يحدث لحامض الفوسفات الثلاثي والكراتين فوسفات في هذه اللحظة، ولأجل إسناد السرعة أثناء تغيير مكان القوى الخارجية يستوجب إعادة بناء الطاقة، لذا فإن عمليات التأكسد داخل الخلية تصبح في هذه الحالة أساسًا لإعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي من *Mitrochondrien* نحو *Mysointaden* للشعيرات العضلية.

أثناء القوة البطيئة يكون حجم الميوزين (*Mysoin*) ونشاطه كخميرة ذات أهمية كبيرة وخاصة، علمًا بأن سرعة تحلل حامض الفوسفات الثلاثي ترتفع بتأثير التحشيد العضوي لنشاط الخميرة.

القوة الثابتة

تتطور القوة الثابتة بواسطة الجهد الإيجابي (الشد العضلي المضاد لحاجز ثابت) والجهد السلبي (الشد العضلي ضد قوى خارجية خاضعة للقياس).

لقد أظهرت التجارب التي أجريت على مجموعة من رياضي الجمباز (١٧ رياضيًا) بأن تطوير القوة الثابتة بأشكالها المختلفة خلال الجهد القصوي لا يكون متساويًا، أن كبر القوة السلبية يكون ٢٨,١ كيلو غرام والقوة الإيجابية ٢٠,٦ كيلو غرام

(الاختلاف يكون ٧,٥ كيلو غرام)، أن تطوير القوة الثابتة القصوى طبقًا للعمل الفسلجي يعتبر شدًا ناتجًا من مجموعة حوافز متعاقبة، وهذه الحوافز المتعاقبة تتكون في بداية كل مثير، لتطوير القوة الثابتة هناك صفات بيوكيمياوية خاصة، فالحمل الثابت يؤدي إلى رفع كمية تركيب الشعيرات البيضاء في العضلات القائمة بالتمرين.

إن أساس محتوى عملية بناء حامض الفوسفات الثلاثي ومخزون الكلايكوجين داخل العضلة ينمو بكمية قليلة قياسًا بالشعيرات البيضاء (مكاروف) ثم لوحظ أن الجهد القصوي الثابت يستغرق بعض الثواني، أن رد فعل الكراتين فسفور والعمليات الميكانيكية لتكوين الطاقة (عندما يستمر الجهد الثابت ولا يصل إلى الحد الأعلى) هي الأساس في إعادة بناء حامض الفوسفات الثلاثي.

الصفات الخاصة لتطوير القوة الثابتة والمتحركة تحت شروط قلة الاوكسجين في الأنسجة الجسمية لوقت قصير:

إن صفات القوة للإنسان يحدث لها تغيرات عديدة بتأثير قلة الاوكسجين في الأنسجة، لدراسة هذه المشكلة استخدمت البحوث المختبرية التي أجريت على مجموعة من الرياضيين مكونة من ١٧ شخص ذا مستوى عال في ألعاب رمي الرمح والركض السريع والمبارزة، لقد كانت قيم القوة التي سجلت بواسطة جهاز قياس القوة وبمساعدة جهاز التخدير ($uNA - 1$) وقناع الاوكسجين الذي وفر شروط قلة الاوكسجين في الأنسجة بطريقة اصطناعية حيث يتنفس الرياضيون خلال فترة زمنية من ١٥ - ٣٠ دقيقة لغاز مخلوط بنسبة ١١,٢٪ من الاوكسجين مشابهة للتجربة التي أجراها *A. S. Koltschinska* أثناء الارتفاع لمسافة ٥٠٠٠م، أن اختيار هذا الارتفاع كان بسبب أن التجارب السابقة التي وفرت فيها شروط اصطناعية كانت على ارتفاع ٢٠٠٠م ولم تحدث أي تغيرات في قيم القوة، لقد تم قياس ٩٠٠ قيمة حركية حتى تتنفس الغاز المخلوط، وفي الوقت الذي تعود الجسم فيه على كمية الاوكسجين أيضًا كما شخصها جهاز قياس الاوكسجين يمكن ملاحظة النتائج من الجدول التالي:

الجدول رقم (٨)

يبين تغيرات القوة الثابتة تحت تأثير شروط قلة الأوكسجين فى خلايا الأنسجة القصيرة الوقت (المعدل الوسطي)

اسم المجموعة العضلية	رمى الرمح						الركـــض						المبــارزة					
	القيم المطلقة كغم			القيم النسبية (نفس الشروط)			القيم المطلقة كغم			القيم النسبية (نفس الشروط)			القيم المطلقة كغم			القيم النسبية (نفس الشروط)		
	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق	القيم البدائية	القيم النهائية	الفـــــروق
العضلات التى تثنى العضد	٤١,٢	٤٠,٧	٠,٥	٠,٤٩	٠,٤٨	٠,١-	٣٥,٩	٣٢,٨	٣,١-	٠,٤٨	٠,٤٤	٠,٤-	٢٧,٠	٢٤,٩	٢,١	٠,٣٩	٠,٣٦	٠,٠٣-
العضلات التى تمد العضد	٣١,٠	٣٣,٤	٢,٤+	٠,٣٧	٠,٣٩	٠,٠٢+	٣٠,٧	٢٧,٩	٢,٨-	٠,٤١	٠,٣٧	٠,٠٤	١٦,٧	٢٣,٥	٦,٨+	٠,٢٤	٠,٣٤	٠,١٠+

إن التحليل أعطى بأن الوقت القصير من (١٥ - ٢٠ دقيقة) وبانخفاض واضح للاوكسجين بنسبة ١١,٢٪ في الأنسجة يؤدي إلى انخفاض غير متساو لمستوى القوة الثابتة والأنواع المختلطة للقوة المتحركة، لقد لوحظ أن استمرار حالة قلة الاوكسجين في الأنسجة يؤثر على القوة الثابتة أقل من القوة البطيئة وخاصة القوة الانفجارية، وطبقًا للتخصص الرياضي فأن التجارب حول قلة الاوكسجين في الأنسجة يؤدي إلى تغيرات في المجاميع العضلية التي أجرى البحث عليها، ففي بعض الحالات ينخفض تطور القوة في حين تزداد في حالات أخرى، وهذا يشمل فقط القوة الثابتة والقوة المتحركة البطيئة.

يمكن للمرء أن يفترض طبقًا لنتائج التجارب تحت ظروف قلة الاوكسجين في الأنسجة لفترة قصيرة ظهور اختلافات في تطور القوة الثابتة وبعض أنواع القوة المتحركة، لذلك تؤكد على ضرورة استعمال طرق خاصة لتطور القوة.

مطاولة القوة وطرق تطويرها

تتبع لهذه المجموعة من الألعاب الرياضية التمارين الثنائية التي تتطلب تطور مناسب لحجم سرعة القوة (الساحة والميدان - الركض - الركض السريع على الجليد - المشي، التزلج على الجليد لمسافات بعيدة - سباقات الدراجات في الشوارع - السباحة، التجديف).

وعند التسلط على مسافة فان حجم تطور القوة في الدوران الحركية المنفردة تعينها شدة (سرعة) أداء التمارين، كلما ارتفعت الشدة كلما كبر تطوير سرعة القوة (مع المحافظة على السرعة).

إن المميزات الرئيسية بطريقة تطوير المطاولة لسرعة القوة في التمارين الثنائية تعينها التكامل الميكانيكي لطاقة الإنجاز الفعالة في النشاط الحركي فمن هذه المراحل تكون العلاقة المتبادلة بين تكامل نشاط جهاز التنفس والدوران مهمة جدًا، لأنها تعتبر العامل الأساسي لتحسين قابلية الأجهزة العضوية على الحالة الاوكسجينية، أن هذه الأجهزة تحقق امتصاص ونقل الاوكسجين إلى العضلات (وبدون الاوكسجين لا يمكن الاستمرار بالعمل العضلي) وكذلك فأن النشاط الكبير للجهاز الذي يحقق الفائدة من الاوكسجين الداخل في العضلات العاملة،أو عند وجود التنظيم المتبادل بين الأجهزة السابقة (عندما يكون مستوى تطور كل جهاز بحجم كاف) فيمكن أن يحصل على أحسن طاقة إنجاز للنشاط الحركي في الألعاب الرياضية السابقة.

إن التجارب الميدانية أظهرت بأن أجهزة التنفس والدوران تتطور عند أداء التمارين المختلفة ذات الصفة الثنائية، ولذلك لا يحتاج تركيب التجارب لتشابه مع تمارين السباقات (الركض، المشي، التزلج على الجليد، ركوب الدراجات، كرة القدم.... الخ).

هناك جملة رئيسية عامة لكل التمارين: الأداء في السلسلة حتى استنفاذ الجهد مع شدة أقل من السباق (٥٠ – ٧٠٪) نتيجة لذلك يمكن للرياضي أن يصل إلى حجم التدريب (مثال ركض للمسافات الطويلة ٦٠٠ كيلو متر في الشهر)، أن إمكانية تكامل الجهاز العصبي العضلي في استخدام الاوكسجين في العمل العضلي الثنائي وشدة تتراوح بين ٦٠ – ٧٠٪ من شدة السباق (في الفترة التدريبية) تكون محددة.

إن نشاط تكامل هذه العملية الميكانيكية المعقدة يتم بشدة مشابهة للسباقات أو مقاربة لها أو أعلى منها (عند التحمل القصوي) أن هذا مهم لتحسين عملية أخذ الاوكسجين من *Myoglobin* والذي يكون ممكنًا فقط عندما يكون *Mypoxamie* بكمية ١٠٪ أو أكثر من المستوى الابتدائي (*P. A*) كذلك يعتقد بأن القيم ترتفع عند الرياضي ذات المستويات العالية، وتبعًا لذلك تكون الشدة في أداء التمارين أكبر من أجل زيادة نشاط بناء الـ *Myoglobin* ومن ناحية أخرى لا يحدث تعبئة الاوكسجين من الـ *Myoglobin* في العضلات العاملة بشكل قوي، لذلك يجب في مثل هذه الألعاب أن تؤدي وسائل التدريب الجسمي المتعدد الجوانب والموجه بنوع شدة تؤدي من جهة إلى المحافظة على المستوى العام والمناسب للتطور الجسمي ومن جهة أخرى التعود على نوع آخر للعمل الحركي وإعادة مستوى الإنجاز الخاص الذي توصل إليه مسبقًا أو في الأنواع الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية التي تحمل فيها الرجلين والأطراف العليا العبء بشكل كبير (التزلج على الجليد لمسافة طويلة، التجديف، السباحة) يكون تأثير تدريب القوة الخاص ذات أهمية كبيرة وكذلك تستعمل وسائل التدريب الجسمي العام والشامل والموجه وبصورة خاصة التعود على نوع آخر للعمل الحركي وإعادة مستوى الإنجاز الخاص الذي توصل إليه مسبقًا، ومهم جدًا فهم العلاقة بين تطور مطاولة القوة ومطاولة السرعة لأن هاتين الصفتين تعتبران المكونات الرئيسية لتحديد المطاولة الخاصة في التمارين ذات الصفة الثنائية (في التدريب الجسمي)، وعند التركيز فقط على رفع مستوى مطاولة القوة يمكن أن يؤثر على نحو مطاولة السرعة، أما عند الرفع المناسب للسرعة الحركية فيجب أن يؤكد مرة أخرى على تطوير مطاولة القوة مباشرة، لذلك تعتبر مراحل تطوير مطاولة السرعة عند بناء المطاولة الخاصة أو أن نمو المطاولة الخاصة في الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية الحركة يمكن أن يتم في المراحل المنفردة على حساب تطوير مطاولة القوة، فعلى سبيل المثال تحسنت رياضة الجليد في السنوات الأخيرة بشكل قفزات، رغم عدم تغير ارتداد الخطوات للدورة الواحدة.

إن مطاولة السرعة الخاصة ترتفع قبل كل شيء بواسطة نمو مستوى مطاولة القوة وكذلك عن طريق تكامل التكنيك، ان الاستعمال المنفرد للوسائل والطرق لتطوير مطاولة القوة لا تؤثر بشكل كافٍ على جميع الألعاب الرياضية ذات الصفة الثنائية (ان الوسائل والطرق

تنظم أخذ ونقل الاوكسجين للعضلات العاملة) وفي حالات منفردة يمكن أن يؤدي التأكيد على استعمالها أن تمنع أجهزة مهمة للحالة الاوكسجينية.

لذلك يجب عند تطوير مطاولة القوة أن يتم بشكل عريض عند استعمال مثل هذه الوسائل بحيث يؤثر بشكل فعال على عمل هذه الأجهزة، وعند التركيز فقط على العلاقة المناسبة بين جميع الأجهزة للعمل العضلي الاوكسجيني (عند التطور العالي للأجهزة المنفردة) يحصل على النتائج العالية في الألعاب الرياضية الثنائية والتي تطور فيها مطاولة القوة بالدرجة الأولى.

ان استغلال تمارين السباقات والتمارين الخاصة كوسائل أساسية لتطوير مطاولة القوة، أن نمو التكنيك ليس يغير الشكل الحركي فقط وإنما يرتبط بتحسين التركيب الحركي الداخلي بالدرجة الأولى والذي في كل حالة يعطي أكبر الإمكانية لتحمل الاقتصادي للمجاميع العضلية الخاصة، وعن هذا الطريق ترتفع أيضًا إمكانات تأمين الطاقة والتي تكون مهمة للحركات الثنائية.

ان مراحل تطوير مطاولة القوة ترتبط بتكامل قابلية المقاومة الجسمية الخاصة لأنه فقط عن طريق تطوير نوعية الإرادة في التدريب والمنافسات تتطور مطاولة القوة عند الرياضي بشكل فعال، أن المتطلبات المهمة هنا تعمل على أداء التمارين حتى استنفاد الجهد لأنها تؤثر بنفس الوقت على تكامل العمل الفسلجي والجسمي لأجهزة الرياضي العضوية.

تأثير التدريب العضلي الايزومتري على الدورة الدموية

لم يتفق العلماء على موقف موحد بالنسبة لتأثير التدريب العضلي الايزومتري على كفاءة الدورة الدموية.

ويخشى البعض من أثر هذا التدريب على مرضى القلب، حيث يعمل على زيادة الحمل على جهاز الدوران.

ولكن بعض التجارب التي أجريت في مجال المستشفيات وقام بها بعض الباحثين مثل (سيمون Simon) وآخرون قد ألغت هذه الفكرة، بينما أثبتت (رولاند Roland) أن هناك علاقة نسبية عالية بين بعض العضلات المدربة بواسطة التقلصات الأيزومترية وكفاءة الدورة الدموية.

وعلى ذلك وللتحقق من هذه النتائج المتضاربة، فقد أجرى هولمان بعض التجارب في هذا المجال وذلك للتحقق من هذه العلاقة فقد أجرى تجربة على اثنى عشر رجلاً ما بين سن ٢٠ – ٢٩، وذلك بتدريب العضلات الثانية للساعد بواسطة التدريب الايزومتري

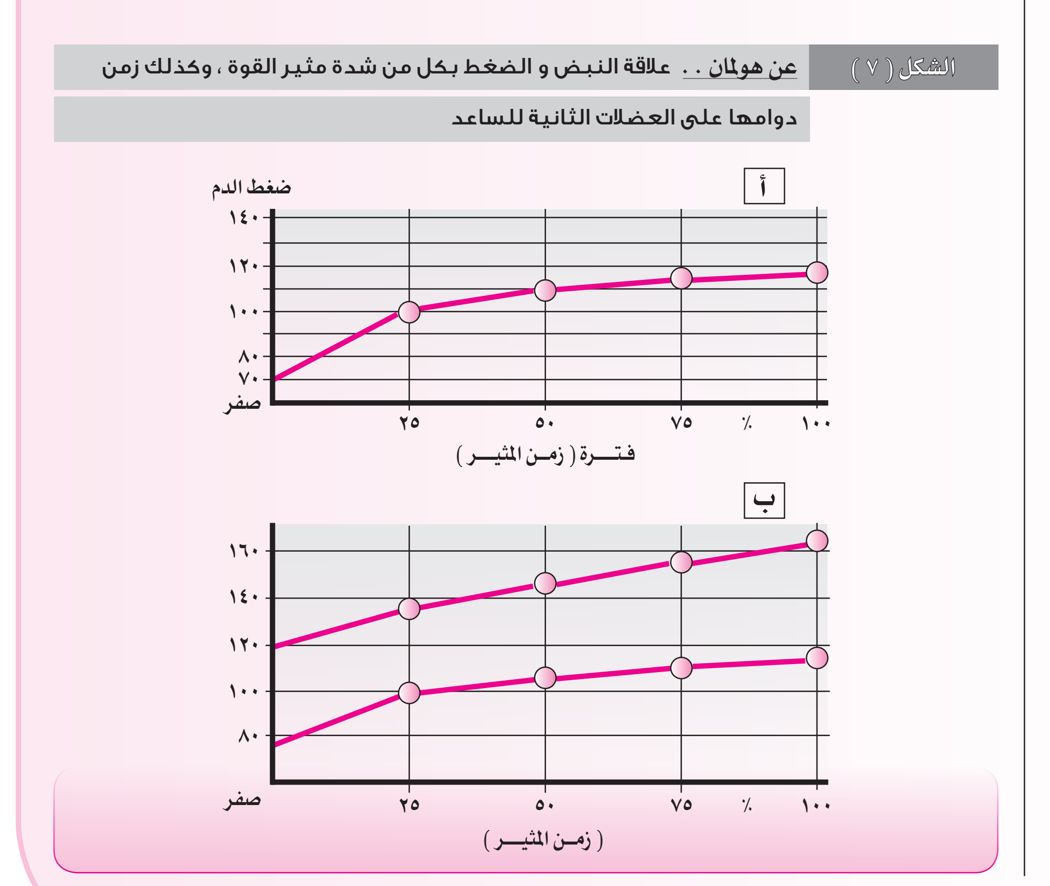
الإرادي بحمل يتراوح ما بين ٥٠٪، ٧٥٪، ١٠٠٪، من القوة الايزومترية العظمى وفترة دوام المثير تتراوح ما بين ٢٥٪، ٥٠٪، ٧٥٪، ١٠٠٪ حتى الاعياء.

وعلى ذلك فإن الشكل (٧ - أ) يوضح منحنى النبض (أي عدد ضربات القلب في الدقيقة) بينما يبين الشكل (ب) ضغط الدم بالمليمتر.

فالإحداثي الأفقي للشكل (٧ - أ - ب) يبين فترة دوام المثير في المائة بالنسبة للوصول إلى مرحلة استنفاد الجهد، أما على الإحداثي العمودي للشكل (أ) فيظهر عدد ضربات القلب في الدقيقة، بينما يظهر الإحداثي العمودي للشكل (ب) ارتفاع الضغط بالمليمتر.

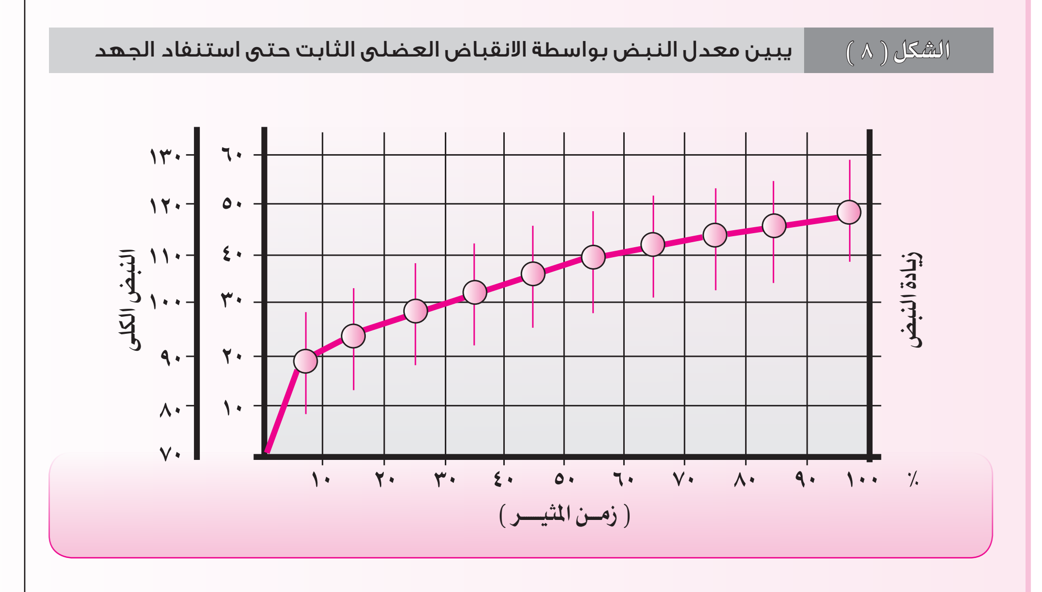
إن نتائج التجربة لم تُظهر أي علاقة بين كل من النبض وشدة المثير العضلي، وكذلك ضغط الدم وشدة المثير العضلي أيضاً بينما وجدت علاقة بين النبض وزمن بقاء المثير من جهة والضغط وكذلك زمن بقاء المثير من جهة أخرى.

الشكل (٧) عن هولمان .. علاقة النبض و الضغط بكل من شدة مثير القوة، وكذلك زمن دوامها على العضلات الثانية للساعد



وعلى ذلك فإن النبض العادي ارتفع من ٦٩ ضربة في الدقيقة أولاً بسرعة ثم ببطء، حتى وصل إلى ١١٥ ضربة في الدقيقة تحت تأثير دوام المثير حتى الإعياء العضلي ١٠٠٪ كما هو مبين في الشكل (أ) بينما يرتفع انقباض الضغط من ١٢٠ ملغرام عند الراحة إلى ١٦٠ مليمتر في الوقت الذي ارتفع فيه انبساط الضغط من ٧٨ إلى ١١٠ - ١١٥ مليمتر.

الشكل (٨) يبين معدل النبض بواسطة الانقباض العضلي الثابت حتى استنفاد الجهد



إن الشكل (٨) يظهر إيضاحات أخرى بالنسبة للنبض، وعلى ذلك فعلى الإحداثي الأفقي للشكل نفسه يظهر زمن دوام المثير بالمائة من الزمن الكلي حتى استنفاد الجهد = ١٠٠٪.

وعلى الإحداثي الأيسر العمودي من الخارج يظهر عدد ضربات القلب في الدقيقة، أما من الداخل يظهر عدد ضربات القلب الناتجة من شدة التمرين وتساوي النبض الكلي - النبض الطبيعي في الراحة، أي أن النبض الناتج عن العمل = النبض الكلي - النبض الطبيعي.

أما على الإحداثي العمودي من جهة اليمين فيظهر زيادة عدد ضربات القلب عن النبض الطبيعي.

وعلى ذلك فإنه بالنسبة إلى التدريب الأيزومتري القصوي الإرادي حتى الوصول إلى درجة الإعياء، فقد وصل عدد ضربات القلب ١١٥ ضربة في الدقيقة، وعند التدريب العضلي الأيزومتري القصوي الإرادي بمثير دوامه ثماني ثوان حتى وصول العضلة إلى درجة استنفاد الجهد، تجد أن النبض زاد حوالي ٦,٢ ضربة عن النبض الطبيعي.

ومن ذلك يتضح لنا أن فاعلية التدريب العضلي القصوي الأيزومتري يجب أن يكون تحت فترة دوام من ٢٠ – ٣٠٪ من الفترة الكلية حتى وصول العضلة إلى درجة استنفاد الجهد، وبذلك يصل النبض بعد التدريب في حدود ٩٥ ضربة في الدقيقة، أي أن النبض الناتج عن شدة التمرين يكون في حدود ٣,٧ ضربة زيادة عن المعدل، وأن عدد ضربات القلب تقل سريعًا بعد الانتهاء مباشرة من التدريب القصوي الأيزومتري، حيث تصل إلى معدلها الطبيعي في حدود دقيقة تقريبًا، وهذا يدلنا على أن حمل الدورة الدموية الناتجة عن التدريب الأيزومتري الإرادي القصوي قليل نسبيًا، ويخشى من التدريب الأيزومتري القصوي على جهاز الدورة الدموية، وذلك عندما لا تعطي فترات الراحة المناسبة بين كل تدريب مفرد وآخر، أو بين كل مجموعة وأخرى، حيث تحسب فترة الراحة المستحسنة، وعلى ذلك فإن طريقة (*Lohnende Pause*) أي فترة الراحة المستحسنة أو المناسبة والتي تستخدم في التدريب الايزوتوني تحسب كالآتي:

- يقاس النبض الطبيعي (العادي) للاعب ويسجل.
- يعطي حمل قصوي ١٠٠٪ ويقاس النبض بعده مباشرة ويسجل مع بدء تشغيل ساعة التوقيت.
- يقاس النبض بعد ذلك مرارًا وبمجرد هبوط النبض إلى مستواه الطبيعي حينئذ توقف ساعة التوقيت ثم يحسب الزمن الذي سجلته ساعة التوقيت يكون ذلك هو الفترة الكلية لإعادة النبض إلى حالته الطبيعية، ولحساب فترة الراحة المستحسنة يحسب ثلثي هذا الوقت أى بضربه × ٢/٣.

هذه الطريقة تحسب دائمًا للرياضيين وخاصة لرياضيي الفعاليات التي تحتاج إلى تدريب فردي، مثل فعاليات الركض (الجري) والسباحة والتجديف... الخ.

إن فترة الراحة الممنوحة تختلف من مرحلة إلى أخرى، أي تختلف بتغير مستوى اللاعب، وعلى ذلك تحسب على مراحل متفاوتة للتدريب، وبالنسبة للتدريب العضلي الأيزومتري القصوي ينصح بأن تكون هذه الفترة من دقيقة إلى دقيقتان، وعلى ذلك وختامًا لهذه المعطيات وبالنسبة إلى النتائج التي حصلنا عليها في التجارب السابقة نستنتج أن التدريب الأيزومتري للقوة العضلية ذو فاعلية وتأثير على نموها، أما تأثيره على جهاز الدورة الدموية والقلب فيكاد يكون معدومًا.

الإثارة العصبية العضلية في تدريب القوة

عند زيادة القوة الخارجية لابد من وجود استثارة مناسبة لمقابلتها، وحينئذ نجد أن قوة الإثارة الصادرة من الجهاز العصبي المركزي تتوقف على درجة المؤثرات الخارجية وتبعًا للدائرة العصبية المغلقة (دائرة رد الفعل) يتكون التوتر العضلي المناسب.

وكلما زادت القوة ودرجة التركيز الخاصة بالمثير الخارجي كلما زاد الاعطاء في الدفع العضلي اتسم مجال الإنتاج الحركي والعمل الخارجي والمعروف أن الإثارة العصبية تنتج توترًا استجابيا وهو الذي يحدث تغيرا وظيفيا مناسبا في حجم العضلة ويؤثر في الجهاز العضلي ويمكن في حالات خاصة تحديد أو تثبيت مقدار التغير في الشد العضلي أي تثبيت مقدار القوة وهي على مستوى عال، وما يمكن إدراكه من معنى التثبيت هو تكرار قوة الإثارة العصبية في نفس المقدار بالتدريب.

ان آلية الإثارة العصبية الصادرة التي تتأثر بها الحركة تلعب دورًا مهماً في نمو القوة... كماً وكيفاً ... إن الجهاز العضلي العصبي هو الذي ينظم مقدار القوة الحركية عن طريق الإثارة العصبية وبالتدريب يمكن أن تتقدم الصفات النوعية للإثارة العصبية، وزيادة على ذلك فان مقدارها (في لحظة حدوث الدفع لزيادة المستوى الوظيفي وحالة الجهاز العضلي / العصبي) هو الذي يحدد أثر التدريب ولذلك كان لزاماً علينا استمرار شدة الإثارة العصبية مع استمرار التدريب لتزايد مقدارها ومن الأهمية بمكان معرفة أن مثل هذا العمل العضلي يتحقق تبعاً للسيطرة العصبية الحركية مع ملائمة النشاط الأساسي.

وأخيرًا .. يجب أن ندرك أهمية الإثارة العصبية اللازمة التوتر العضلي لغرض زيادة القوة وينبغي أن توضع موضع البحث لمحاولة تقديرها وضبطها.

وفي جميع الحالات يكون مقدار التوتر العضلي تبعاً لمقدار قوة الإرادة والقواعد الميكانيكية للحركة الخارجية والاستثارة اللازمة للإنتاج الحركي.

وهناك ثلاثة مبادئ أساسية لذلك هي:

١ - الاستثارة بواسطة الحمل عندما يكون التوتر العضلي نتيجة قوة الإرادة وتكون المقاومة الداخلية اللازمة للعمل أو الثقل المراد رفعه متوافقة مع زيادة مقدار الدفع.

٢ - الاستثارة بواسطة طاقة النشاط الإيجابي (الكينتك) عن طريق سقوط الحمل وعندما تكون قوة الإرادة اللازمة المحركة قوة حركية.

٣ - الاستثارة إراديّاً عندما لا تكون هناك استثارات حركية إضافية (من الخارج) في الحالتين الأوليتين تكون الحركة تبعاً لديناميكا العمل العضلي وفي الحالة الثالثة تكون بالتوتر الأيزومتري.

إن الاستثارة الزائدة تحدث في الحالة الأولى عن طريق زيادة الوزن وسرعة الحركة.

وفي الحالة الثانية عن طريق زيادة مسافة السقوط سواء بالنسبة للجسم أو الثقل، وفي الحالة الثالثة عن طريق زيادة قوة الإرادة التي تكون في الحالة الأولى ثابتة في مقدار معين للعضلات من قوة دفع ذاتية.

وهنا يجب أن نذكر ظاهرة التمنع في العمل العضلي حيث تقتضي قوة إرادية، ومثل هذه الاستثارة الإجبارية التي تتحرك عن طريق قوة الإرادة، وقد وجد أن الانقباض العضلي الذي يحدث بواسطة تيار كهربائي كوسيلة للتدريب يمكن استعمالها والاستفادة منها، ومن وراء التغير الكمي الناتج تتغير الحالة التدريبية للعضلات بواسطة قوة الإرادة والتوتر بدون حمل، وهذا ما يشبه ما يحدث في الحركة التي يمكن أيضاً أن تعطي الأثر دون الرجوع إلى تدريب القوة عن طريق محاولة التغلب على مقاومة خارجية مثل الأثقال.

القوة عند العمل الثابت للجهاز العصبي العضلي (القوة الثابتة)

تعتمد القوة الثابتة على التعرف الثابت أو الأيزومتري لوظائف الجهاز العصبي لذا يلاحظ حدوث تطابق بين القوة الداخلية والخارجية، إن هذا الشد العضلي والذي يعتمد على التمدد الداخلي للعضلة، لا يحدث تقارب بين منشأ العضلة ومدغمها، وهذا ما يسمى بالانقباض الأيزومتري، إن أماكن الاستقبال التي توجد في العضلات وأربطة المفاصل وأوتار العضلات تسمى بالحس الداخلي، بيد أن أماكن الاستقبال التي توجد في العضلات والمفاصل والتي تقوم بإبلاغ الجهاز العصبي المركزي عن كل ما يختص بالحركة ووضع الأطراف، ونتيجة هذه الإشارات يحدث توافق في انقباض العضلات وتنفيذ الأداء الحركي، بإتقان وفاعلية، أما إثارة جزء معين من المخ عن طريق الأداء الانعكاسي فلا يظل محصورًا في نطاق هذا الجزء في البداية، وإلا فإنه يؤثر على الأجزاء المحيطة وينتج عنه أثناء الحركة الجديدة التي تتم بطريقة غير اقتصادية، حيث تحتاج إلى قوة عضلية كبيرة وأن كثيرًا من عضلاته تتصلب مما يجعله يبذل جهدًا استثنائيًا أكبر من المطلوب، ونتيجة الحركات الجانبية الزائدة يحصل التعب السريع، إضافة إلى إجهاد المراكز العاملة بشكل غير عادي.

وخلال الحياة الميدانية يلاحظ تكرار مستمر للجهد الثابت، كما أن رفع الأثقال تثبت جهاز الرفع بمستوى الصدر، إن كمية الجهد الثابت أثناء أداء التمرينات الجسمية يتطلب شد أكثر من المضاد، إضافة إلى ذلك يؤدي إلى التعب السريع، أما سبب ذلك فيكون من جراء عدم وجود راحة وشد عضلي عالٍ يؤدي إلى نقل مثيرات كثيرة على الجهاز العصبي المركزي، وطبقًا لذلك تتطور من الخلايا ً العصبية ظاهرة التمتع الحركي (أي توقف الحركة أو عرقلتها)، كلما كان الشد العضلي كبيرًا كلما كانت مدة الجهد قليلة وبالعكس.

ولوحظ أن ظاهرة الشد الثابت تؤدي إلى تمنع في الأعصاب المركزية، وهذا بدوره يؤدي إلى تنظيم التنفس والدورة الدموية، أما أثناء تقليل الجهد الثابت مباشرة فتعمل العضلات

ويرتفع التمنع في الأعصاب المركزية بواسطة الإثارة، وبهذا يقوى نشاط عملية التنفس وجهاز الدورة الدموية فإحدى مميزات القوة الثابتة هي إمكانية تطور القوة في المجاميع العضلية المنفذة بشكل موضعي أو طبقًا للانتخاب.

القوة عند الحمل المتحرك للجهاز العصبي العضلي (القوة المتحركة)

تعتمد القوة المتحركة على التصرف الحركي للجهاز العصبي وأثناء هذا العمل لا يحدث تطابق بين القوة الداخلية والخارجية مع بعضهما، فإما أن تزداد القوى الداخلية (التغلب في العمل) أو أن تزداد القوة الخارجية (تراجع العمل)، فأثناء طريقة التغلب في العمل يحدث غالبًا في الحركات الرياضية، وهذه تسمح طبقًا للحركات أثناء تحريك وزن الجسم أو الوزن الإضافي أو التغلب على مقاومة الاحتكاك أو مقاومة مطاطية، وهنا تنقبض العضلة ويتقارب منشأ العضلة من مدغمها يسمى هذا العمل بالانقباض الأوكستوني.

أما أهم الأسس التي تحقق هذا النوع من الانقباض فهي حركات المنافسة بتوجيه متوافق (توافق جزئي) والتي تطور في تدريب القوة - تطور غير متكامل - عن طريق تمرينات السباقات ، أما تمرينات القوة العامة فليس لها أثر في تطور ذلك، إن القوة التي تتطور عن طريق التمرينات العامة للقوة يمكن أن تحول لهذا السبب عن طريق تمرينات السباقات والخاصة كما يتعلق وحركات السباق، فعلى سبيل المثال نأخذ مسار حركة مد الذراع ففي الوضع الابتدائي يمكن أن يفرض موقف يتناسب بين القوة الداخلية والخارجية، وهذا يعزي نسبيًا للقوى الخارجية مع علاقة ارتباط بعناصر نقل القوة وتحفيز مجموعة من الأعصاب في العضلة بما يتفق وذلك.

أما إذا سارت الحركة بصورة أعلى ترتفع متطلبات القوة الداخلية بسبب التغير الطويل لذراع المقاومة داخل نطاق الجاذبية الأرضية، لذا يتطلب أن تحفز أعصاب (شعيرات عضلية) أخرى للعضلة القائمة بالعمل، ويمكن أن يطلق عليه (تصرف توزيعي) على هذا العمل.

وخلال استخدام طريقة التراجع في العمل فيتم بمساعدة هذه الحركات، ويمكن على سبيل المثال تخفيف حدة الصدمة عند الفقرات أو أداء حركات البداية، لذا تتبع القوى الخارجية بتأثير مضاد وإيجابي في مثل هذه الحركات وبالتالي يبتعد منشأ العضلة عن مدغمها، لذا يحدث الانقباض الثابت وليس المتحرك للعضلة، أما الانقباض المتحرك فيحدث إذا كانت القوة الخارجية أكبر من القوى الداخلية، وأن القوة الداخلية قد عملت بحمل قصوي، فسرعة الحركة تتغير مما ينسجم وعزم القوة والتي هي مختلفة الحجم باختلاف مجال الحركة، لقد اعتبر أشكال ظهور القوة نتائج لعمل المجاميع العضلية، لذا يجب على المرء أثناء ملاحظة الوظائف الحركية لأشكال القوة أن يأخذ بنظر الاعتبار صفات الجهد

العضلي أثناء نشاط أي عضلة أو المجاميع العضلية المتعددة، لذا فالفعل الميكانيكي الأساسي الذي يعتبر درجة الشد العضلي هو دائمًا المغذي للمثيرات المختلفة.

وظهر أن هناك نوعين لمغذي المثيرات هما:

(أ) تنظيم النشاط النوعي بمختلف الوحدات الحركية.

(ب) التبادل في سرعة وعدد الحوافز المنقولة بواسطة الأعصاب الحركية.

القوة كنتيجة لأعمال مختلفة للجهاز العصبي والعضلي

نظرًا لاختلاف مسار حركات الألعاب والفعاليات الرياضية يتطلب تميزها طبقًا لعلاقة القوى الداخلية إلى الخارجية وبيين العمل العضلي الثابت والمتحرك.

لقد تبين بأن الانقباض العضلي يتم بعد استلام الإشارة (الحافز) فقط وأن قوة انقباضها يعتمد بصورة جزئية على شدة المثير، وبناء على ذلك فإذا لم يعمل الجهاز العصبي المركزي على تزويد العضلة بصورة دائمة بمثيرات عالية كما يحدث أثناء الحمل القصوي فإن العضلة لن تتمكن من الانقباض بقوة، وفي هذه الحالة تبدو العضلة متعبة، إلا أن مكان التعب الحقيقي قد يكون تعب الجهاز العصبي المركزي، ونتيجة ذلك يحصل سلوك معين من التوافق بين الجهاز العصبي والعضلي والذي يتطلب الانتباه إليه أثناء اختيار وتطبيق التمرينات عند تدريب القوة، فخلال تمرينات السحب عالياً على الحلق والهبوط إلى وضع الصليب ثم الثبات في الوضع، تعمل قوة العضلات كالآتي: السحب إلى الأعلى لإمكان التغلب على المقاومة، الهبوط إلى أسفل صرف أو إعطاء من العمل المنجز، الثبات في وضع المحافظة على العمل المنجز.

إن صفة السحب والهبوط فهو الحركة، أما المحافظة على الوضع فهو الثبات، أما في طريقة استنفاد الجهد الكلي فتؤدي التكرارات على أساس المثيرات القليلة للجهاز العصبي المركزي الذي يصعب تكامل ربط وعزل الانعكاسات الإرادية، لقد وجد أن تحفز الجهاز العصبي المركزي يهبط في بداية التعب، لهذا السبب تطور طريقة استنفاذ الجهد الكلي بشكل أساسي قابلية الإعادة المستخدمة مع الجهد المناسب، أما في طريقة بذل الجهد لفترة قصيرة فتطور قابلية الجهد القصوي لمرة واحدة.

إن ظاهرة الشد الثابت تؤدي إلى تمنع في الأعصاب المركزية، وهذا بدوره يحقق تنظيم التنفس والدورة الدموية، أما أثناء خفض الجهد الثابت مباشرة فتعمل العضلات ويرتفع التمنع في الأعصاب المركزية بواسطة الإثارة، لذا يقوى نشاط عملية التنفس وجهاز الدورة الدموية.

ويأخذ الجهاز العصبي المركزي للرياضي بشكل واضح ما يحصل عليه من الانفعالات بكمية معينة، ثم يتفاعل ويكرر الدوافع الحركية في محيط العضلة، بذلك يحدث تحرك العضلة على شكل موجات لتحفيز الحواس، إن خواص مكونات الجهاز العصبي المركزي تمتاز بفاعليتها لأنها تحقق المؤهلات اللازمة لتحمل فاعلية التدريب الجيد، لذا يمكن مراقبة أثر الجهاز العصبي المركزي للرياضيين أثناء أدائهم حركة ما واقتصاد تحركهم، مع ملاحظة عدم قدرتهم على التحرك في بعض الأحيان بسبب عدم تكامل فعل ومستلزمات الجهاز العصبي المركزي.

العلاقة بين الجهاز العضلي والجهاز العصبي

هناك علاقة بين الإثارة ورد الفعل على الجهاز العضلي العصبي وتظهر في هذا مشكلة الاستعداد النفسي الوظيفي الفسلجي.

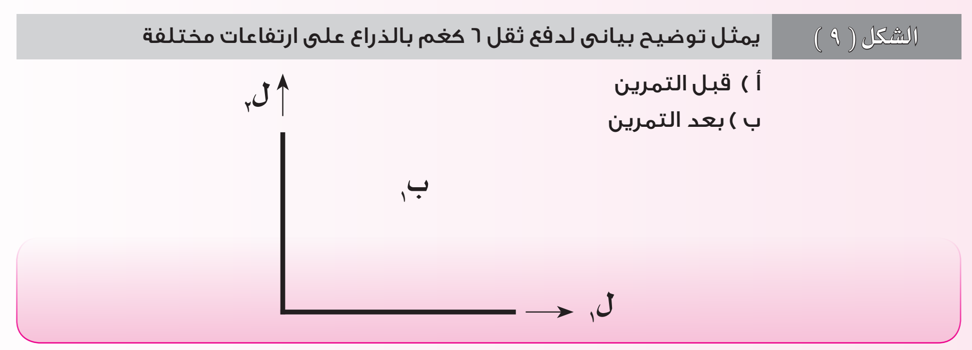
وما يمكن أن ندركه مبدئياً عن قوة الإثارة هو أنه إذا كانت ضعيفة فإنها تعطي رد فعل ضعيف ومع قدر كبير من الإثارة تزداد بالتالي قوة زيادة الإثارة.

كما نجد أن رد الفعل اللحائي (بريفري) في ترابط مع قوة الإثارة ويمكن أن يوضح لنا هذا الترابط العوامل التي تعتمد عليها الذي يمثل أحدهما انعكاس الأثر الحركي والآخر القوة العضوية التي تعرف بالأثر الميكانيكي، وبذلك يمكن الحصول على منحنى المسافة - الزمن للعمل الذي قام به العضو المتحرك.

ويوضح الشكل التالي المنحنى البياني الذي يبين أنه مع ارتفاع قوة الإثارة (والذي هو في هذه الحالة مقدار النشاط الحركي الميكانيكي للثقل الذي يمثل (ل ٢)، يزداد الأثرالحركي الذي يمثله (ل ١)، والذي نلاحظ أنه يثبت ثم تبدأ قوة الإثارة بعد ذلك بالانخفاض عندما تتعدى الحدود القصوى لها.

ويؤثر التدريب في تعديل المنحنى البياني لرد الفعل وفي مقدار المتوسط الحسابي له ونقطة البداية للمنحنى.

الشكل (٩) يمثل توضيح بيانى لدفع ثقل ٦ كغم بالذراع على ارتفاعات مختلفة



وترتفع قدرة الجهاز العصبي العضلي في قوة الإثارة مما كان عليه في السابق ويصل إلى أكبر مقدار لقوى التوقف.

ويمكن أن تدرك مدى الترابط بين قدرة رد الفعل للجهاز العضلي العصبي في أكبر طاقة له وبين مرونة العضلات وزيادة الفعل العضلي ويجب أن ندرك أيضاً أن نقص المرونة في العضلات المثارة عند التوتر تظهر (أو تؤثر) من خلال القدرة على امتصاص النشاط الحركي (الكنتك) الحادث عند استقبال كتلة الجسم أو الثقل عند هبوطه أو سقوطه إلى أسفل والذي يتعلق أيضاً بالنشاط الوضعي (الكامن) الذي كان عليه.

وعند بدء الانقباض يتحول النشاط الحركي (الكنتك) إلى قوة دفع (زخم) كبيرة للعضلات تؤدي إلى زيادة أثر العمل الحركي الناتج ويمكن للرياضيين أن يستفيدوا من هذه الخاصة العضلية في تكوين الأسس الفنية (التكنك) للحركة الرياضية.

والأبحاث الخاصة بقدرة رد الفعل العضلي من جهة الإعداد الكيفي للجهاز الحركي للرياضي، أثبتت أن زيادة أو تقدم الأرقام القياسية في ألعاب القوى وخاصة في الوثب والرمي وكذلك حركات الأكروبات وفي القفز في الكرة الطائرة وكرة السلة جميعها مؤكداً، أي أن الحركات الرياضية التي تستخدم فيها القوة في زمن قصير وانتقال سريع للعمل العضلي من امتصاص للمقاومة (القوة الخارجية) إلى حركة انطلاق.

ولكن عند رياضيي الدراجات وعدائي المسافات المتوسطة والطويلة تكون قدرة رد الفعل ضعيفة، وينعكس هذا على الجهاز العضلي العصبي من حيث الكيان الوظيفي الحركي، كما أنها تختلف في مقدارها باختلاف أنواع الفعاليات الرياضية حيث أنها مرتبطة بالنشاط الوظيفي (عن فيدسكي).

إن ارتقاء رد الفعل الحركي لم يمكن إدراكه بصورة واضحة لأن تواجده يتداخل مع الحالة التدريبية للرياضي في نوع تخصصه في النشاط، وقد جاءت المحاولات الأولى للبحث بنتائج حسنة ولذلك كان من الممكن التعمق النظري في هذه المناقشة لمحاولة استخلاص الطرق التي يمكن بها حل هذه المشكلة.

ومن حيث فسيولوجية الجهاز العصبي العضلي فمعروفٌ أن الإشارة العصبية الصادرة للقيام بدفعات متعددة ومتكررة تكون أقل رابطاً عما إذا كانت هذه الإشارة العصبية لدفعة واحدة فقط، وأن كل إشارة عصبية سواء كانت مدتها قصيرة أو طويلة، فإنها تترك أثراً في الجهاز العصبي حيث تنتج في زمن معين نشاطاً نسبياً معيناً، كما نجد أن له أثر كبير على الأجهزة العضوية للجسم وما يتبع ذلك من الملائمة المتغيرة من حيث الكيان الوظيفي المرتبط به، وهذا هو الأساس الحقيقي لارتقاء الحالة التدريبية بقدر معلوم بصرف النظر عن أي تعطيل لانتظام التدريب.



وقد وجدت في بعض المراجع بالنسبة لهذا الموضوع أراء مختلفة كثيرة وعلى سبيل المثال.

وجد أنه يمكن زيادة القدرة الحركية بالتدريب بدون أثقال، كما أمكن زيادة العلاقة بين القوة والسرعة عن طريق استخدام الأثقال.

ومن جهة أخرى لم يحدث تقدم في نتيجة الوثب العالي بعد أداء تمرينات استخدمت فيها أثقالاً، بينما وجد ضعف من نتيجة دفع الثقل (الجلة) بعد استخدام ثقل (جلة) أكبر وزناً .

وهناك بعض التجارب تختلف في نتائجها عن هذا وذاك نتيجة اختلاف الظروف في التجارب (الثقل أو الحمل وخفة الحركة وتوافق الحركة .. الخ).

وقد وجد أن التوتر العضلي الثابت والذي يعقبه عمل حركي ديناميكي له أثر إيجابي بالرغم من أن الشد الثابت (التوتر) الأيزومتري متعب وشاق، وعندما يقل الأثر الديناميكي الحركي للعمل إلى نسبة ٢٠٪ فإن ذلك يؤدي إلى زيادة الأمر الذي يدل على أن التوتر الثابت له أثر مباشر على تنمية القوة.

إن العمل الديناميكي مع زيادة الثقل والتوتر المركز مع حجم بسيط نسبيًا في كمية التدريب (التكرار) له أثر إيجابي على الجهاز العصبي المركزي الذي ينعكس بالتالي على الجهاز الحركي ومن ثم تتقدم كل من السرعة والقوة.

إن الإفادة من تدريب القوة يرتبط بالظروف العملية للسرعة الناتجة والأثر الحركي المرتبط بها تبعًا للاعتبارات الآتية:

أولاً: أن مقدار التقدم في النشاط الحركي يتبع مباشرة ارتقاء قوة التوتر، وكذلك لابد من توفر قوة مركزة في الحركات التي تحتاج إلى ذلك مثل الوثب ودفع الثقل (الجلة) والتجديف ماركوف .

ثانيًا: يجب توجيه التنبيه المناسب لزيادة الحالة الوظيفية للجهاز العضلي العصبي عند استعداد الفرد للاشتراك في منافسة أو أداء حركة سريعة مع قوة كبيرة ، وبذلك نحصل على أثر إيجابي عندما نصل بهذه الحالة إلى المستوى المثالي، وينتج عن التنبه الزائد للجهاز العصبي المركزي أثر سلبي على دقة وتوافق الحركة.

- إن أثر رد الفعل في الجهاز العصبي أو نتيجته على العمل الذي ينتج عنه أو يبنى عليه، يرتبط بعدة عوامل أهمها شدة الإثارة العصبية والتعب العضلي وعلى طول الفترة الزمنية التي تفصل بين الحركة والحركة الأخرى التي تليها.

ووجد أن أكبر مقدار مع زيادة القوة الديناميكية الحركية يمكن الحصول عليها بعد توتر عضلي ثابت مع ثقل بقدر ٥٠٪ ويصل إلى ٩٠٪، بينما كان أقل مقدار من الزيادة (٦,٧٪ أو ٨,٥٪) نجده مع حمل ثابت بحوالى ٢٥٪ وبالمثل إذا كان ١٠٠٪.

ولكن مع تحسن الحالة التدريبية للاعب يمكن أن تتغير هذه النسب التي سبق ذكرها مع متابعة التكرار وزيادة الحمل تدريجيًا وبدرجة مناسبة حتى يصل تقريبًا إلى ١٠٠٪.

ويتبع ذلك زيادة شدة الإثارة العصبية التي ينتج عنها أثرًا إيجابيًا ولو أنه من الضروري الوصول إلى الدرجة المناسبة للقوة وليس إلى أكبر درجة ممكنة.

- إن شدة الإثارة تتعلق أيضاً بمقدار الزمن اللازم للوصول إلى أكبر مقدار أو ترتبط بالقيمة الابتدائية لتزايد القوة وطول زمن دوام الأثر الناتج عنه ولذلك كانت البداية بالنسبة للعمل الذي سيعقبه لها أهمية كبيرة.

- إن تأثير تدريب القوة عند الرياضي يتعلق بمقدار كمية التدريب وتركيز الحمل، وعلى ذلك كانت كمية التدريب المتوسطة بالأثقال في أيام متتابعة أو بعد كل يومين له أثر إيجابي انقباضي على الجهاز الحركي.

- إن الوثب العمودي لارتفاع ما بين ٠,٧٥ إلى ١,١٠ مترًا بتكرار ١٠ على مجموعات من ٢ إلى ٣ كوسيلة استثارية تعطي أثرًا في زيادة القوة ما بين ٥ إلى ٦ أيام.

- إن الفائدة التي يهدف إليها التدريب تتمثل في الطموح إلى زيادة القدرة والنشاط كنتيجة فعالية تدريب القوة مع خفض كمية التدريب (الحجم الكلي) ويمكن أن يكون ارتقاء الكفاءة الحركية على أساس القيام بعمل حركي في جرعات مناسبة مع توفر التوتر العضلي السريع الذي يعتمد بدوره على الجهاز العصبي المركزي.

- إن هناك مجموعة من التمرينات الخاصة تنمي القدرة على الوثب العمودي (كمقياس لقوة عضلات الرجلين) ينتج عنها تقدم القوة التي يمكن تمييز أثرها في سباقات ألعاب القوى ويمكن استنباطها ليؤديها الرياضيون على سبيل اختبارات ووسائل تقييم مصادر القوة في أشكال مختلفة من الأداء الحركي.

ويمكن القول بأن النشاط الرياضي بصفة عامة له فائدة تعزى إلى الإمكانات الوظيفية الكبيرة للأجهزة العضوية بصفة عامة، ولذلك أصبح موضوع البحث عن اللاعب والمدرب داخلاً في مجال النظرية والتطبيق يتمركز في النشاط العصبي الذي تبنى عليه تنمية القدرة على الإنتاج الحركي.

وبذلك كانت الفعاليات التي تظهر في منافساتها اختلاف الأفراد في خبرتهم المهارية وحالتهم التدريبية، فإن القوة يكون لها أهميتها حينئذ.

وقد وجد أيضاً أن زيادة القوة العضلية لا يتبعها دائما زيادة الحجم العضلي، ولو أنه في بعض الأحيان وعند زيادة الثقل أو بطء المقاومة، يمكن أن يتحقق ذلك ويتضح من هذا أن التغير الذي يحدث في العضلة من حيث القدرة على زيادة القوة يرجع إلى الطريقة التي

اتبعت في التدريب وبذلك أصبحت الطريقة التي يمكن تطبيقها في تنمية وتطوير القوة هي الأساس في المشكلة التي نحن بصددها .

وعلى ضوء ما ذكر يمكن القول بأن التدريب من حيث الجانب العصبي هو عملية تفريغ الطاقات العصبية على صورة نشاط حركي كما أنه عملية توجيه للترابط الذي يجمع بين الطاقة الكامنة والطاقة الحركية للقوة، وبذلك يمكن أن نرجع الإنجاز ودرجته أو مستواه إلى الاستعداد العصبي الذي يملكه الفرد، وعلى المدرب أن يميز بين الفرد والآخر في هذه الدرجات المختلفة للجهاز العصبي سواء عند تحديد نوع الفعالية التي تناسبه لممارستها (أي فعالية رقمية أو قتالية أو فوقية) أو تحديد درجته في الإنجاز في هذه الفعالية حيث يمكن أن نميز على ضوء ذلك اللاعب الذي يمكن أن يصل إلى المستوى الدولي أو المستوى المحلي أو المستوى الأقل من ذلك حيث يمكن القول بأن الجهاز العصبي للاعب الدولي غيره للاعب المحلي في درجة طاقته الكامنة، وهكذا يمكن القول أن عملية التدريب من الناحية العصبية هي عملية ترجمة الطاقات الكامنة إلى طاقات حركية موجهة تؤديها العضلات على شكل مهارات مختلفة تتميز بقدر معين من القوة والسرعة ودرجة الاستمرارية الحركية مع المحافظة على القوة في درجاتها المختلفة التي قد تكون الدرجة العظمى أو الأقل وكذلك سرعته في التتالي الحركي.

في التدريب يحاول الفرد تنمية مقدار الإثارة العصبية والجهد العصبي ودرجة ضبطهما بما يتطلبه الأداء الحركي للإنجاز الأفضل، والعضلات في هذه الحالة هو العضو الذي يستجيب لهذه الاستثارة، وفي هذا يجب أن تكون في حالة جيدة ومناسبة للاستجابة للمثير العصبي، حيث يمكن على هذا الاعتبار أن نفسر التمزق العضلي على أنه عدم القدرة العضلية على الاستجابة العصبية بوجودها في حالة غير مناسبة، كما أن التوتر العضلي يمكن أن يفسر على أنه طاقة عصبية كبيرة موجهة إلى العضلات أكبر مما هو مطلوب للإنجاز الحركي مع اختلاف الضبط العصبي المطلوب للانقباض.

إن رد الفعل الخاص بالطاقة العصبية هو الانفعال الذي يرتبط درجته مع قوة وسرعة الحركة التي يمكن أن يؤديها الفرد في أثناء التمرين أو المباراة، ولأجل أن يكون رد الفعل كاملاً بالنسبة للطاقة العصبية ويلزم لذلك ما هو معروف بالتركيز وما يرتبط معه ببرهة الانتظار التي يحتاج إليها التركيز في محاولة التخلص أو طرد جميع ما قد يشترك من مثيرات أخرى جانبية مع ما هو مطلوب القيام به من حركة .

ويمكن هنا أن نفهم الحاجة إلى التركيز عند القيام بالحركة الرياضية على أنها محاولة تتصل بالأهداف التالية:

١- التخلص من المثيرات الجانبية المعطلة للتفرغ الكامل للطاقة العصبية بما يناسب الإثارة اللازمة للأداء الحركي.

٢- رفع مقدار الجهد العصبي اللازم للطاقة العصبية.

٣- تحويل الطاقة العصبية إلى طاقة حركية وانفعال وما يلزمه من متغيرات ترتبط بالجهاز الغددي والدوري والتنفسي.

٤- ضبط القدرة المناسب اللازم للأداء الحركي من حيث القوة والسرعة وتوجيه التعاون بين العضلات العاملة والمساعدة والعضلات المضادة بما يلزم لدقة الأداء من انقباض وارتخاء.

٥- مراجعة تصورية للأداء الحركي.

إن ارتباط التدريب بالجهاز العصبي جعلت من الأهمية بمكان إدراك المدرب لقيمة الجوانب الآتية ووضعها في الاعتبار عند وضع وتنفيذ البرامج التدريبية وهي:

١- تناسب طاقة الجهاز العصبي للاعب مع نوع الفعالية التي يوجه إليها ويمارسها الفرد.

٢- وضع المثيرات اللازمة في التمرين لضبط المقدار اللازم للإنجاز المطلوب تحقيقه والتي يمكن أن تكون:

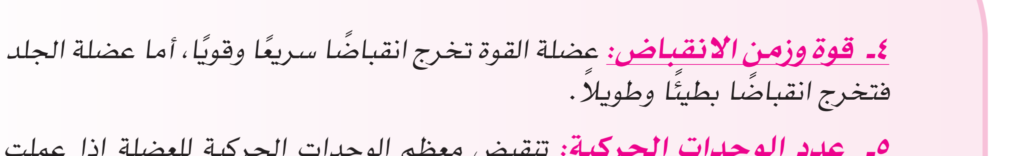
- مثيرات قوية جداً للقوة العظمى.
- مثيرات متوسطة.

الفروق الفسيولوجية بين العضلات العاملة للقوة والعضلات العاملة للمطاولة:

١- الحجم: تتسم عضلة القوة بكبر حجمها وكبر مساحة مقطعها (تتناسب قوة العضلة طرديًا مع مساحة مقطعها) في حين تتميز عضلة الجلد بالانسيابية وقلة الحجم مقارنة بعضلة القوة وهي بذلك لا تمثل عبئًا على اللاعب أثناء أداء المجهود الذي يستمر غالبًا لفترات طويلة.

٢- الشعيرات الدموية: نظرًا للمجهود المتواصل الذي تقوم به عضلة الجلد فإنها محتاجة باستمرار إلى نشاط كبير في الجهازين الدوري والتنفسي، لذلك فإن الشعيرات الدموية منتشرة فيها بكثرة في حين أن عضلة القوة ليست في حاجة لهذا العدد الكبير من الشعيرات الموجودة في عضلة الجلد.

٣- لون العضلة: عضلة الجلد مائلة إلى الاحمرار لكثرة الشعيرات الدموية الموجودة فيها ولكثرة وصول الهيموغلوبين القادم من الدم إليها في حين أن عضلة القوة لونها باهت.



٤ـ قوة وزمن الانقباض: عضلة القوة تخرج انقباضًا سريعًا وقويًا، أما عضلة الجلد فتخرج انقباضًا بطيئًا وطويلاً.

٥ـ عدد الوحدات الحركية: تنقبض معظم الوحدات الحركية للعضلة إذا عملت للقوة، في حين تنقبض بعض الوحدات عندما تعمل عضلة الجلد.

٦ـ استهلاك الأوكسجين : عضلة القوة تستخدم الدَّين الأوكسجيني *Oxygen Debt*، أي أنها تعمل في غياب الأوكسجين (لاأوكسجينية *Anaerosbic*) في حين أن عضلة الجلد تعمل عند توفر الأوكسجين وبالتالي فنسبة استهلاكها للأوكسجين أكبر.

٧ـ المطاطية : عضلة الجلد أكثر مطاطية *Elasticity* من عضلة القوة وبخصوص تدريب مطاولة القوة كصفة بدنية مهمة تعتمد عليها اللياقة البدنية العامة والخاصة، عند المبتدئين وعلى نطاق الرياضة المدرسية فقد جاء في مصدر أساسيات علم التدريب الرياضي (لديترش مارتن *Dietrich Martin*) بأنه: يتم تطوير مطاولة القوة بشكلها العام في نطاق الرياضة المدرسية وعلى الأكثر باستخدام التدريب الدائري وذلك لأسباب تنظيمية واحتياطية لها تأثير عالي في الإسراع بتنمية وتطوير عملية تبادل المواد داخل الجسم والتي لها قيمة صحية كبيرة للطالب.

الفصل الثالث

السرعة

الأسس الفسيولوجية و البيوكيميائية لتدريب السرعة

تعتبر السرعة من الصفات البدنية الأساسية صعبة التنمية قياسًا بالصفات الأخرى، فسرعة الانقباض العضلي تعتبر الأساس للسرعة الحركية، ولكن يتم الانقباض العضلي بسرعة يتطلب خصائص فسلجية معينة يتوفر بعضها في الليفة العضلية بينما يتوفر البعض الآخر في العصب المغذي في هذه الليفة حيث أن الليفة العضلية والعصب المغذي لها يعتبران جزء من الوحدة الحركية، وهناك نوعان من الألياف منها ما هو سريع الانقباض وآخر بطئ الانقباض إلا أن الألياف العضلية المكونة للوحدة تكون من نوع واحد من حيث سرعة الانقباض لذا فسرعة انقباض العضلة ككل تتحدد تبعًا لعدد الوحدات الحركية السريعة المكونة لها حيث تشمل معظم عضلات الجسم على خليط من وحدات حركية سريعة وبطيئة.

أما الأسس البايوكيمياوية للسرعة فتتطور بشكل بطئ، وهذا يظهر جراء التعاقب في الحالة اللاأوكسجينية حيث يحصل تطور في سرعة التحلل الكلايكولي عند زيادة فوسفات الكرياتين في النهاية، يبلغ زمن انقباض الوحدات السريعة ٦٠مللي / ثانية بينما يبلغ زمن انقباض الوحدات البطيئة ١٢٠ مللي ثانية.

تتكون الوحدات السريعة في الإنسان تدريجيًا تبعًا لنمو الجسم حيث يولد الطفل وجميع ألياف العضلية من النوع البطئ وخلال الأسابيع الأولى تتكون الوحدات الحركية السريعة بالتدرج، لقد قام الأطباء بتحويل الألياف البطيئة إلى سريعة وذلك لتطوير الكفاءة البدنية وتحقيق المستويات الرياضية العالية.

لقد وجد أن الليفة العضلية وحدها ليست الوحيدة المسببة للسرعة بل يرجع تنمية السرعة إلى نوع الخلية العصبية التي تسيطر على الليفة العضلية، لذا أمكن تحويل العضلة

البطيئة إلى عضلة سريعة أو العكس ويتبع ذلك تغيرات خاصة في مكونات سرعة الليفة العضلية ذاتها جراء تغيرات كيمياوية وتغيرات خاصة في توصيل الدم إلى العضلة.

إن الوحدات الحركية السريعة تحتوي على خلايا عصبية ذات أجسام أكبر حجمًا ومحورها أكثر سمكًا مما يقلل من مقاومة سرعة سريان الإشارة العصبية في حين نجد أن الوحدات الحركية البطيئة أقل حجمًا ومحورها أضيق اتساعًا وفروعها أقل، إن هذا الاختلاف له أثره من الجانب الفسيولوجي على سرعة الانقباض وسرعة تردد الإشارة العصبية، لذا نجد هناك صعوبة في تنمية السرعة للرياضي الذي يتميز بزيادة أليافه الحمراء في الفعاليات التي تتطلب صفة السرعة.

إن صفة السرعة ترتبط بنوع الجهاز العصبي الذي يتميز به الرياضي لأن عمليات التوجيه والسيطرة التي يقوم بها الجهاز العصبي المركزي من العوامل المهمة التي يستند عليه قدرة الرياضي على تنفيذ الحركات المختلفة بأقصى سرعة وأن التوافق التام بين الوظائف المختلفة للمراكز العصبية تعتبر من العوامل التي تساهم في تنمية وتطوير السرعة.

إن العضلات العاملة أثناء السرعة تتطلب الانتقال السريع من حالة الهدوء إلى النشاط الفعال، وتتميز بأن لها قابلية كبيرة على إعادة البناء بالطريقة اللاأوكسجينية لمركبات الفسفور الغنية بالطاقة، ثم أعلى فعالية ونشاط للأنزيمات التي تنتج للعضلات خاصية بايوكيمياوية مطلوبة لأداء وظائف السرعة المختلفة.

فالأسس البيوكيمياوية للسرعة تكمن في تركيب بروتين العضلة بالدرجة الأولى وخاصة جزء المايوسين وانزيمات ثلاثي فوسفات الادنوزين وما يترتب على ذلك من ارتفاع في قابلية للتأهب السريع في تحويل الطاقة الكيمياوية لثلاثي فوسفات الادنوزين إلى طاقة ميكانيكية ضرورية للانقباض والانبساط العضلي فقدرة العضلة على الانقباض والتمدد وقابليتها على إخضاع المقاومة الكبيرة كلما كانت كتلتها كبيرة وهذا يعني كلما كانت كمية البروتين الداخل في تركيبها كبيرًا.

أنواع السرعة

هناك ثلاثة أنواع للسرعة هي:

● السرعة الانتقالية:

يقصد بها الانتقال من مكان إلى آخر بأقصى سرعة ممكنة وهذا يعني التغلب على مسافة معينة في أقصر زمن ممكن ويستخدم المصطلح في الحركات ذات الصفة الثنائية كالعدو والسباحة والتجديف.

أسس التدريب لتنمية السرعة الانتقالية

عند تدريب السرعة الانتقالية يمكن استخدام طريقة التدريب التكراري والفتري بالشدة القصوى فعند تنمية السرعة الانتقالية يراعي الأسس التالية:

١ـ التدريب باستخدام السرعة تحت القصوى مع التأكيد على الاسترخاء العضلي والتوقيت الصحيح والانسيابية الحركية.

٢ـ استخدام المسافات القصيرة في التدريب حتى لا يجعل هبوط في سرعة مستوى السرعة مع التكرار القليل حتى لا يظهر التعب بصورة مبكرة وتحصل الأخطاء في الأداء الحركي.

٣ـ التأكيد على فترة الراحة لإعادة فترة الشفاء وإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين وفاعلية الأنزيمات لتكوين الطاقة مرة ثانية.

٤ـ استخدام السرعة القصوى بتكرار قليل لا يؤثر ذلك على تعب الجهاز العصبي المركزي.

٥ـ الاعتناء بالإحماء الكافي قبل إجراء التدريب على السرعة لأسباب فسلجية تخص العضلات والأربطة والأوتار.

٦ـ الاهتمام بتنمية القوة تمهيدًا لتنمية السرعة.

السرعة الحركية:

هي سرعة انقباض العضلة أو مجموعة عضلية عند أداء الحركات ذات الصفة الثلاثية كما في فعاليات الرمي والوثب إضافة إلى الحركة المركبة من حركتين.

أسس التدريب لتنمية السرعة الحركية

١ـ تنمية القوة العضلية بما يتناسب وطبيعة المقاومة كالفرق بين المقاومة التي يواجهها قاذف الثقل ولاعب التنس.

٢ـ عند توقف نمو السرعة الحركية رغم تميزهم بالقوة الحركية وإتقانهم الأداء الحركي، وفي هذه الحالة ينبغي استخدام أدوات أخف من الأدوات القانونية المستخدمة في المنافسات.

٣ـ ترتبط تنمية السرعة الحركية بتنمية المطاولة.

سرعة الاستجابة:

هي القدرة على استجابة حركية لمثير معين في أقصر زمن ممكن وهناك نوعان من الاستجابة هما:



(أ) رد الفعل البسيط.

(ب) رد الفعل المعقد.

هناك الكثير من الفعاليات والألعاب الرياضية التي تتطلب من الرياضي القدرة على سرعة الاستجابة مثل البداية في الركض والسباحة.

أسس التدريب التي يتطلب مراعاتها لتنمية سرعة الاستجابة:

١- دقة الإدراك البصري والسمعي.

٢- القدرة على صدق التوقع والتبصر في مواقف اللعب المختلفة وسرعة التفكير بالنسبة للمواقف المتغيرة.

طريقة التدريب التكراري:

يعد التدريب التكراري طريقة تدريب أساسية وتعني شدة عمل عالية وتكرار بسيط وراحة بينية طويلة إذ أن الإكثار من استخدامها يؤدي إلى الحمل الزائد.

يتم التدريب في هذه الطريقة بشدة تحميل عالية وقد تصل إلى الحد الأقصى لقدرة الفرد على أن يأخذ اللاعب بعد ذلك راحة بينية تسمح له باستعادة الشفاء الكامل.

أولاً: التأثير التدريبي:

بتنمية الصفات البدنية:

١- القوة العضلية العظمى.

٢- السرعة القصوى (سرعة الانتقال).

٣- القوة المميزة بالسرعة (القدرة العضلية).

٤- التحمل الخاص (تحمل السرعة).

ثانيًا: التأثير الوظيفي:

تنظيم وتطوير عملية تبادل الأوكسجين بالعضلات وزيادة الطاقة المختزنة، إذ تؤثر طريقة التدريب التكراري تأثيرًا كبيرًا على الجسم لأنها تستدعي إثارة قوية في الجهاز العصبي المركزي عندما يؤدي التمرين بدرجة تقارب من ١٠٠٪ لأعلى مستوى لمقدرة اللاعب ويتطلب الوصول دائماً إلى حدود مقدرته، وهذه تستدعي إثارة قصوى للجهاز العصبي المركزي تحت ظروف استدعاء عمليات الكف، ولذا تكون عادة قوة المثير في التدريب التكراري ما بين ٨٠ - ٩٠٪ وأحيانًا نقترب به إلى ١٠٠٪ من أقصى مقدرة للاعب، إن الإثارة القوية للجهاز العصبي بالشدة العالية تؤدي إلى تعب مركزي سريع، ولهذا يجب الإقلال منه لأن من خلال متطلبات

الحمل العالي وتوقيت الأداء العالي، أو خلال نقل أكبر لحدود المقدرة يقود إلى نقص وعجز سريع في المنصرف من الأوكسجين، وينتج من ذلك أنه يجب على العضلات أن تعمل في جزء كبير تحت ظروف ومتطلبات التنفس اللاهوائي، وهنا تظهر الكثير من الفضلات الحمضية (اللاكتيك) التي تعمل على سرعة إجهاد وتعب الجهاز العصبي المركزي.

تنمية المقدرة اللاهوائية:

تتم تنمية المقدرة اللاهوائية للسباح أو العداء لكي يتمكن من إنتاج الطاقة اللازمة لقطع المسافة في غياب الأوكسجين، وذلك عن طريق:

- زيادة كمية مكونات الطاقة في العضلة.

- رفع مستوى مقدرة العضلة على تحلل الجلوكوز اللاهوائي ويمكن عن طريق بناء التدريب تنمية المقدرة اللاهوائية للعداء أو السباح، حيث يؤدي التدريب إلى زيادة محتوى العضلة من مواد الطاقة الفوسفوكرياتين والجليكوجين، كما تزداد الأنزيمات التي تساعد على التمثيل اللاهوائي، وكذلك تنشط عملية تحلل الجلوكوز، ومن المعروف أن الحد الأقصى للدين الأوكسجيني العام للرياضيين المدربين تصل إلى ١٥ - ٢٠ لترًا أو أكثر، بينما تقل هذه الكمية بالنسبة لغير المدربين وتصل إلى ٥ - ٦ لتر، وتستخدم تدريبات المنافسة والتدريبات الخاصة التي تقترب من تدريبات المنافسة لتنمية المقدرة اللاهوائية، ويمكن اتباع القواعد الآتية عند تخطيط التدريب لتنمية المقدرة اللاهوائية:

- استخدام التدريبات التي لها تأثير على عمليات تحرير الطاقة اللاهوائية من السرعة القصوى بالنسبة للسباح ٢٧ - ٥٠ مترًا، والسرعة ٩٥ - ١٠٠٪ من السرعة القصوى بالنسبة للعداء.

- استخدام التدريبات التي لها تأثير على نظام تحرير الطاقة اللاهوائية عن طريق تحلل الجلوكوز، وكذلك تعمل على تحسين تكيف الأنسجة على العمل في ظروف الدين الأوكسجيني الكبير، وتصل المسافة إلى: من ٢٥ - ١٠٠ متر، والسرعة من ٨٥ - ٩٥٪ من السرعة القصوى للسباح أما بالنسبة للعداء من ٥٠ - ١٥٠ متر والسرعة ٨٥ - ٩٥٪ من السرعة القصوى.

- استخدام التدريبات التي لها تأثير متعادل على العمليات الهوائية واللاهوائية للتمثيل الغذائي في الأنسجة وتصل المسافة ١٠٠ - ٤٠٠ متر والسرعة القصوى من ٨٥ - ٩٠٪ للسباح، ٨٠٠ - ١٥٠٠ متر والسرعة ٨٥ - ٩٥٪ من السرعة القصوى بالنسبة للعداء.

ومن المهم عند تخطيط التدريب لتنمية القدرة اللاهوائية مراعاة الحمل على تحديد فترة الراحة البينية من التكرارات وكذلك عدد التكرارات.

وفي حالة تنمية المقدرة اللاهوائية عن طريق زيادة مكونات الطاقة في العضلة بغض النظر عن قصر زمن قطع المسافة، فإن فترة الراحة يجب أن تكون كبيرة وتكفي لتعويض الدين الأوكسجيني، والحاجة للراحة سببها ان احتياطي مكونات الطاقة في العضلة قليل، ويستنفد عند أداء التكرار الثالث أو الرابع، لذلك فإن طريقة تنمية المقدرة اللاهوائية عن طريق التحليل الجلوكوزي فإن من الضروري أن يتم العمل في ظروف زيادة الدين الأوكسجيني، ويتحقق ذلك عند تقصير الراحة البينية.

كما يمكن أن تكون التدريبات التي تهدف إلى تنمية المقدرة اللاهوائية عن طريق تحلل الجلوكوز إما مستمرة أو في مجموعات ويمكن أن يؤدي السباح المدرب جيدًا في الجرعة التدريبية عدد ٤٠ تكراراً لمسافة (٥٠) متراً) وعدد ٢٠ تكراراً لمسافة (١٠) أمتار، غير أن زيادة حجم التدريب يعمل على إعادة بناء عن طريق تحليل الجلوكوز بطريقة لاهوائية ليتم ذلك هوائياً ويصبح تأثير التدريب مركباً.

التغيرات الكيمياوية المصاحبة للتنفس اللاهوائي (اللاأوكسجيني):

إن التغيرات الكيمياوية المصاحبة للتنفس اللاهوائي (اللاأوكسجيني) تحدث في النظامين الأول والثاني للطاقة هما:

- نظام ATP. PC : أدينوزين ثلاثي الفوسفات – فوسفات الكرياتين.
- نظام (L . A) حامض اللبنيك.

يحدث هذا التغير نتيجة التدريب المتميز بالشدة العالية لفترة زمنية قصيرة مثل فعاليات السرعة في ألعاب الساحة والميدان، وهناك تغيران أساسيان في هذا المجال هما:

١- زيادة قدرة تحمل الأول لطاقة ATP. PC : أن هذه الزيادة هي نتيجة ما يأتي:

(أ) زيادة مستوى المخزون العضلي من المركب الكيماوي ATP. PC في الخلايا العضلية، وفي تجربة أجريت على عدائين لفترة زمنية قدرها سبعة أشهر، تم خلالها إنجاز وحدتين إلى ثلاث وحدات تدريبية في الأسبوع، ثبت أن الزيادة الحاصلة في محتوى الكيلو غرام الواحد من العضل من مادة ATP. من (٣,٨) مليميكرون إلى (٤,٨).

« وفي تجربة أخرى لمعرفة الزيادة الحاصلة في تركيز مركب (PC) فوسفات الكرياتين لدى الأطفال في سن ١١ – ١٣ سنة، وجد أن هناك زيادة في تركيز هذه المادة بلغت ٤٠٪ عن الكمية السابقة خلال فترة تدريب أربع أشهر » .

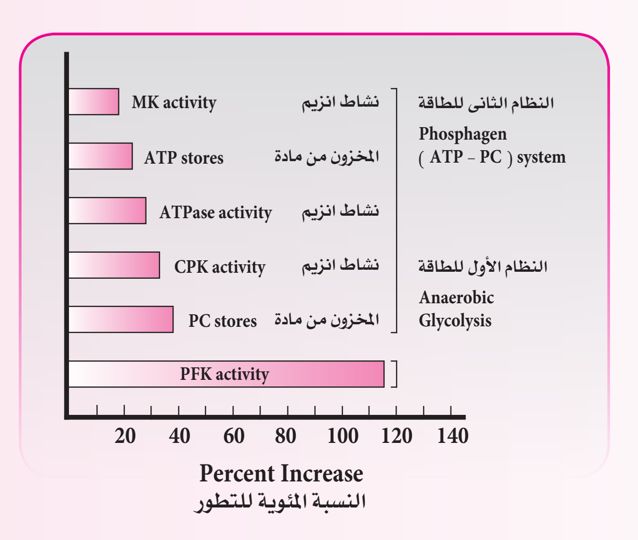
(ب) زيادة نشاط الأنزيمات العاملة في هذا النظام، « من المعلوم أن النظام الأول للطاقة ATP. PC » ، إن عملية التكسير التي تحدث في المركب ATP تسهل بواسطة الأنزيم المسمى ATP ase .

وقد لوحظ أيضاً من خلال البحوث أن نشاط هذه الأنزيمات يزداد لدى رياضيي السرعة، أكثر منه لدى رياضيي المطاولة، إن واجب هذه الأنزيمات هي الإسراع من تكسير مادة (الكلوكوز) التي تعد المصدر الأساسي لهذا النظام إلى مادة حامض اللبنيك، يوضح الشكل التالي أثر تركيبه مرة ثانية تسهل بواسطة الأنزيمين (مايوكنياس MK) و(كرياتين كنياس cpk).

<u>في دراسة حديثة أجريت لبعض الرياضيين لفترة ثمانية أسابيع لتدريب السرعة حصلت الزيادات الآتية في هذه الانزيمات:</u>

ATP ase ٣٠٪ و MK ٢٠٪ و cpk ٣٦٪

٢- <u>زيادة قدرة عمل النظام الثاني للطاقة (LA)</u> حامض اللبنيك والذي يسمى التحلل الكلايكولي، بما أن النظام الثاني للطاقة يحتاج إلى فترة زمنية أطول من النظام الأول لتحرير الطاقة، فإن صفة المطاولة (مطاولة السرعة ومطاولة القوة) سوف تساهم في إنجاز العمل الرياضي، وبناء على ما أظهرته نتائج البحوث في هذا المجال، وجد أن التغير الذي يحدث في هذا النظام هو زيادة نشاط عمل الأنزيمات العاملة لزيادة قدرة عمل هذا النظام، وعلى سبيل المثال فإن الأنزيم المسمى Phosphofructokinase والذي يرمز إليه بـ (PFK) والذي يعد الأساس في إسراع عمل هذا النظام في المراحل الأولى يتضاعف خلال تدريبات المطاولة.



شكل رقم (١٠)

يمثل أثر التدريب على بعض المتغيرات الأساسية للتنفس اللاهوائى فى النظامين الأول و الثانى للطاقة باستخدام برامج تدريب مختلفة

الباب الثالث

الخصائص الفسيولوجية

لأنواع الأنشطة الرياضية المختلفة

٢٢١ ــ ٢٧٠

الفصل الأول

الأنشطة ذات الحركة الوحيدة المتكررة

المقدمة

الركض في ألعاب القوى

إن فعاليات ألعاب القوى لا يمارسها الفرد بغرض الترويح عن النفس بل بغرض الاشتراك في المنافسات من أجل الفوز بالبطولات، من أجل ذلك فالتدريب عمل شاق يحتاج إلى مجهود كبير، العديد من الأطنان يرفعها لاعبو الرجبى ومئات من المحاولات يؤديها لاعبو الوثب وآلاف من الأمتار يقطعها متسابقو الجري لتحقيق الرقم أو المستوى المطلوب.

ولكي يستطيع اللاعب أن يؤدي جهدًا ما - يجب أن يكون قادرًا على تحويل الجليكوجين في الأنسجة العضلية إلى طاقة - ومن أجل ذلك يجب أن يتزود بكمية كافية من الأوكسجين، فالتمثيل الهوائي للجليكوجين يتم عندما يتوفر كمية مناسبة من الأوكسجين تكفي ما يحتاجه اللاعب أثناء بذل المجهود المطلوب، فالقدرة الهوائية (أي القدرة على تمثيل أكبر قدر ممكن من الأوكسجين) هي التي تمكن اللاعب من مقاومة التعب خاصة بالنسبة لجري المسافات المتوسطة والطويلة، وهكذا يتضح أن العامل الذي يحدد القدرة الهوائية هو حجم الأوكسجين الذي يستطيع اللاعب أن يستنشقه خلال وحدة زمنية معينة وأنه لا يمكن اختزان الأوكسجين في جسمه، ويتضح من ذلك أن الحد الأقصى لقدرة اللاعب على امتصاص الأوكسجين هي التي تحدد قوة احتمال هذا اللاعب عن الآخر، وفي هذا المجال نجد أن العداء الأمريكي (جيم راين) صاحب الرقم العالمي السابق لسباق الميل و ١٥٠٠م قد سجل أقصى معدل حققه أي لاعب على الإطلاق في القدرة على استهلاك الأوكسجين.

وزيادة في الإيضاح فإن جسم الإنسان يحتاج في حالة الراحة إلى ٢٠٠ – ٣٠٠ سم مكعب من الأوكسجين في الدقيقة الواحدة، غير أن هذا المعدل يتضاعف ٢٠ مرة أثناء القيام بنشاط عضلي كبير، ومن أمثلة ذلك بطل العالم النيوزلندي السابق في سباق ٨٠٠ – ١٥٠٠م (بيترسنل) الذي سجل أعلى رقم لاستهلاك الأوكسجين في الدقيقة الواحدة إذ بلغ ٥٥٠ لترًا.

هناك عدة عوامل تتحكم في امتصاص الأوكسجين وهي:

شدة الجهد المبذول وحركة تحديد الهواء في الرئتين – التي تزداد بازدياد حجم الجهد المبذول ومدى قدرة الدم على حمل الأوكسجين والتي يحددها عدد كرات الدم الحمراء ونسبة الهيموجلوبين في الكرات الحمراء وكفاءة الأداء – وأخيراً كمية الدم التي تصل إلى القلب في الدقيقة الواحدة.

ويتم أداء أي عمل يتسم بالاستمرارية عن طريق عملية احتراق الأوكسجين لأن حجم الطاقة المطلوبة كبير جدًا خلال فترة قصيرة من الوقت خاصة في عدو مسافة ٤٠٠م حيث لا يستطيع الجسم أن يفي بكمية الأوكسجين المطلوبة لتمثيل الجليكوجين... وفي هذه الحالة يتم تمثيل الجسم للجليكوجين بمعزل عن الهواء (أي بدون أوكسجين) وهذه العملية اللاهوائية تقلل من فاعليتها نسبة ٥٠٪ عن العملية في الهواء بسبب تزايد نسبة حامض اللبنيك في الخلايا وفي الدم – حيث ينجم عن حامض اللبنيك انخفاض في نشاط أيونات الهيدروجين أي في الدرجة الحمضية القلوية للدم.

ويؤدي هذا العجز في امتصاص الأوكسجين إلى نقص كمية الأوكسجين المطلوبة لإنجاز عملية الاحتراق وهو نقص يجب تعويضه في فترة الراحة عقب التمرين، ونحن نرى كيف تجري عملية تعويض الأوكسجين على شكل تنفس عميق متواصل ونبض عال نسبيًا يستمر فترة من الوقت عقب التمرين، ومن هنا نستخلص أن الشيء الذي يحدد قدرة اللاعب على بذل مجهود ما إنما هو محصلة عاملين : أولهما مستوى قدرة اللاعب على امتصاص الأوكسجين في وحدة زمنية معينة، والثاني مدى النقص في الأوكسجين الذي يمكن تأجيل توفيره حتى فترة الراحة.

ويمكن لنا من هذا التحليل السابق استخلاص التغيرات الفسيولوجية أو الوظيفية نتيجة مزاولة مسابقات العاب القوى وهي:

- زيادة في حجم القلب .
- زيادة في كمية الدم التي يدفعها القلب في النبضة الواحدة .
- زيادة عدد كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين والجليكوجين في العضلات .
- زيادة عدد الشعيرات الدموية .

- نمو الألياف العضلية الحمراء .
- نمو الألياف البيضاء في العضلات .
- زيادة في حجم وقوة العضلات .
- تنمية القدرة اللاهوائية .
- تنمية القدرة الهوائية .
- تقوية الأربطة والأوتار العضلية والأنسجة الضامة .
- تنمية سرعة انقباض العضلات .
- تغيرات في سرعة حركة الإشارات العصبية (سرعة التلبية) .

من الناحية الحركية أو المهارية

يعتقد البعض أن مسابقات ألعاب القوى لا تحتاج إلى مهارة عالية بقدر ما تحتاج الألعاب والرياضات الأخرى، فالجري - والوثب والرمي - من الألعاب الطبيعية التي يمارسها الأفراد في حياتهم العامة التي قد لا تحتاج من اللاعب الكثير من أجل إتقان طريقة أدائه الفنية في تخصصه، ولكن العكس هو الصحيح، لأن اللاعب أثناء تأدية مسابقته يبذل أقصى مجهود ممكن، فمشى المسابقات بالمقارنة مع المشى العادي يعني بأن الفرد يصرف كميات أكبر من الطاقة، فعند السباق ولمسافة ٥٠كم حيث يصرف اللاعب في الساعة الواحدة من ٤٠٠ - ٧٠٠ سعرة حرارية.

إن الركض للمسافات القصيرة يعتبر من الأعمال الشديدة للأجهزة والأعضاء والعضلات، ويمكن تكيف الأجهزة الداخلية مع الجهاز الحركي من خلال الركض للمسافات الطويلة.

إن حاجة الأعضاء والأجهزة وخاصة الجهاز العصبي المركزي والعضلات للأوكسجين والطاقة تكون كبيرة حيث أن هذه الأجهزة تأخذ في البداية طاقتها من السكريات والشحوم وفي حالة الاستمرار في التدريب أو المنافسة فإنها تأخذ الطاقة من الاحتياطي المخزون في الجسم ويعتمد مقدار الحاجة على مستوى اللاعبِ ونوع التدريب وعلى نتائجه، كذلك بالنسبة لاختلاف المسافات وأهمية المنافسات، فمثلاً عند الركض للمسافات القصيرة ١٠٠م تصل الحاجة للأوكسجين إلى ٩٧٪ وخلال هذه المسافة فإن العداء يتنفس من مرة إلى مرتين فقط.

وهناك رياضيون يركضون كل هذه المسافة ١٠٠م دون تنفس أو يأخذون شهيقًا في حال الاستعداد للبدء بالانطلاق.

وفي المسافات المتوسطة يحدث هبوط في استيعاب الجسم للأوكسجين فلا يعوض إلا بنسبة ٥٠ - ٨٠٪ من حاجة الجسم الكلية وذلك لأن اللاعب يحتاج إلى مدة طويلة

لإكمال المسافة بالمقارنة مع المسافات القصيرة، ويصل قرض (الدين) للأوكسجين إلى ١٤ – ١٨ لترًا.

وفي الركض للمسافات الطويلة من ٣ كم فما فوق تصل قرض الأوكسجين بنسبة ١٥ – ٢٥٪ أما تبديل الغازات داخل الرئتين فيرتفع من ٧٠ إلى ١٣٠ لترًا خلال الدقيقة الواحدة، ويحتاج الجسم من الأوكسجين إلى كميات كبيرة حيث ترتفع هذه الحاجة إلى ٣,٥ – ٥ لترات خلال الدقيقة الواحدة.

كما بَيّنَا سابقًا فإن ألعاب الساحة والميدان تكون منظومة معقدة من التمارين، تختلف عن بعضها البعض بخواص بايوكيميائية وفسلجية متميزة، ولهذا يجب أن تعامل كل مجموعة على حدة.

الركض للمسافات القصيرة ، والقفز

إن التمارين الخاصة بهذه المجموعة من الألعاب تمثل الشكل المثالي لتدريبات الحد الأعلى من الإجهاد والإنجاز، وهي تمارين تقع ضمن المجال الأول من المجالات الأربعة السابقة – حيث تمتاز بما يلي:

١- تطغى الطرق اللاهوائية في العمليات البيوكيميائية وعمليات الأيض على الطرق الهوائية التأكسدية.

٢- كما أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين تتم بالدرجة الأولى على حساب:

(أ) فوسفات الكرياتين .

(ب) في الدرجة الثانية على حساب التحلل الكلايكولي .

أي في الدرجة الأولى على ما هو موجود ومتوفر في العضلة من المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، وبالدرجة الثانية على الطريق اللاهوائي لعملية الأيض (التحلل الكلايكولي).

٣- وكما هو واضح من المجالات الأربعة الموضحة فإن المطاولة هنا قصيرة (تقع ضمن المجال الأول) بحيث أن الدم عند ركض ١٠٠م والقفز العريض كذلك، لا مجال له لإتمام الدورة الدموية بشكل تام، كما أنه في ركض ٢٠٠م فيكمل بالكاد دورتين فقط، يترتب على ذلك بالطبع عدم إمكانية تزويد العضلات بكمية كبيرة من الأوكسجين.

إن ما يمكن تغطيته من الحاجة الكلية إلى الأوكسجين هو ٦ – ١٥٪ في ركض ١٠٠م، ١٥ – ٣٠٪ في ركض ٢٠٠م، وبسبب ذلك نشأ حالة نقص أوكسجين واضحة جداً، وتبلغ في الحالة الأولى ٨٥- ٩٤٪ وفي الحالة الثانية ٧٠- ٨٥٪ من الحاجة الكلية للأوكسجين.

٤ـ لقد وجدنا أيضاً أن كمية اللاكتات في الدم ترتفع ولكن يمكن أن يكون الارتفاع أقل عند الأشخاص المدربين تدريباً جيداً، حيث عند مثل هؤلاء الأشخاص تحصل الاستفادة عن طريق فوسفات الكرياتين لغرض إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين ATP.

٥ـ أما نسبة الكلوكوز في الدم فإما أن ترتفع أو تبقى كما هي، عند أداء مثل هذه التمارين، حيث عند الأشخاص المدربين تدريبًا جيدًا يكون تغير الكلوكوز في الدم غير كبير، ولكن يمكن أن يكون التغير (تحصل زيادة أو نقصان) أكبر في كمية الكلوكوز بالدم عند الأشخاص غير المدربين وخاصة السريعي الانفعال والقلقين بسبب عدم انتظام تجهيز الكاربوهيدرات من الكبد.

٦ـ أما التركيز الكلي للشحوم والحوامض الشمعية والأجسام الكيتونية في الدم ، فتميل بصورة عامة إلى الانخفاض، بينما ترتفع نسبة الفوسفولبيدات.

٧ـ وبما أن الطريق المسيطر في عملية بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين هو الطريق اللاهوائي، وهو طريق أقل كفاءة من الطريق الهوائي، فسيحصل اختلال في توازن فوسفات الأدنوزين في العضلات وبشكل مستقل عن مستوى التدريب ودرجة كفاءة الرياضي.

٨ـ إن استعادة الحالة البايوكيمياوية الطبيعية الأصلية للأعضاء تتم عادة خلال ٣٠ – ٤٠ دقيقة بعد ركض المسافات القصيرة، ففي هذه الفترة تحصل تغطية تامة لنقص الأوكسجين كما أن نسبة اللاكتات تكون قد عادت قبل ذلك إلى مستواها الطبيعي الأصلي في الدم.

٩ـ هناك أيضاً خاصية مهمة ملازمة لركض المسافات القصيرة ولكل إجراءات الحد الأعلى وهي ارتفاع شدة الأيض (الميتابوليزم) النسبي وبالتالي مقدار ما يصرف من الطاقة، أن القيمة المطلقة لهذه التغيرات (شدة عمليات الأيض) تبدو صغيرة نسبيًا، ففي الماراثون مثلا تبلغ مجمل الطاقة المصروفة حوالي ٢٠٠٠ كيلو سعرة وفي ركض ١٠٠م حوالي ٣٥ كيلو سعرة أي أن ما يصرف بالنسبة لوحدة الزمن في العملية الأخيرة هو أكبر مما في العملية الأولى (حيث تبلغ ٠,٣ كيلو سعرة في الثانية بالنسبة للماراثون)، أن ارتفاع شدة الأيض (الميتابوليزم) وبالتالي التغيرات الكيمياوية يمكن ملاحظتها من الظواهر التالية:

(أ) ارتفاع نسبة اللاكتات – حيث تبلغ ٤ غم في جسم الرياضي عند ركض ١٠٠م، و٣ غم في ركض ٢٠٠م، و٢ غم في ركض ٤٠٠م.

(ب) أن شدة التغيرات في المناطق التي لها علاقة بهذه العمليات في النظام العصبي المركزي تعاني ارتفاعا أيضا، وهذا يؤدي إلى اختلال الحالة الطبيعية لفعالية المراكز العصبية وبالتالي إلى انخفاض الإنجاز.

١٠- أما الأعمال أو التمارين العنيفة التي تستمر لفترة قصيرة مثل القفز العالي والقفز العريض المصحوب بركض لمسافة قصيرة، فتتميز هي الأخرى بطغيان الطريق اللاهوائي، ولكن . . ونظراً لقصر الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز الشغل (المطاولة)، فسيتطلب تحت هذه الظروف طريق الكرياتين كينيز أي طريق استخدام فوسفات الكرياتين الموجودة في العضلة على طريق التحلل الكلايكولي في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين، ولهذا السبب فعند أداء مثل هذه التمارين ستكون نسبة ارتفاع اللاكتات قليلة (أقل من تلك التي ظهرت نتيجة لركض ١٠٠م، ٢٠٠م، ٤٠٠م) حيث تبلغ الزيادة في حدود + ٢٠ إلى + ٥٠ ملغم ٪.

وعلى أية حال يمكن القول بأن الخاصية العامة في التمارين التي تتطلب حد أعلى من الشدة والإجهاد يكون الطريق اللاهوائي هو المسيطر ولا ينقص أو يضعف الاعتماد على هذا الطريق نتيجة التدريب بل ربما يزداد.

وبغض النظر عن التفاصيل الدقيقة للتدريبات فينبغي أن لا ننسى أن الهدف الأساسي للتدريب هو الوصول إلى الركض بأقصى سرعة وبالتالي بذل أقصى جهد لتحقيق هذا الغرض، فمثل هذه التدريبات هي التي تؤدي إلى تطوير الإمكانية لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين بالطرق اللاهوائية، وبالطبع يمكن أن تتخلل هذا النوع من التدريب تمرينات أخرى، الغاية منها إعداد وتهيئة الحالة البدنية باتجاهات مختلفة، ولكن تبقى حقيقة أساسية لا يمكن الاختلاف عليها وهو أن التدريب للمسافات القصيرة بدون تمارين الركض السريع مع أقصى إجهاد غير ممكن.

الجدول رقم (٩)

يبين التغيرات الفسلجية خلال ألعاب الساحة و الميدان

نوع العناصر	المشى	الأركاض السريعة	الأركاض المتوسطة	الأركاض الطويلة	الوثب والقفز	الوثب والقفز
العمر	٢٦ - ٣٥ سنة	٢٢ - ٢٤ سنة	٢٣ - ٢٥ سنة	٢٨ - ٣٠ سنة	٢٣ - ٢٥ سنة	٢٤ - ٢٦ سنة
الطول	١٧٠ - ١٧٥ سم	١٨٠ سم	١٧٧ - ١٨٤ سم	١٧١ - ١٨٠ سم	١٨٣ - ١٨٦ سم	١٨٨ - ١٩٤ سم
الوزن	٧٠ - ٧٥ كلغم	٧١ - ٧٤ كلغم	٦٦ - ٧٤ كلغم	٦١ - ٦٥ كلغم	٧٧ - ٨٠ كلغم	٩٠ - ١١٠ كلغم
تبديل الغازات فى الرئتين	٤٠٠٠ مللتر	٤٦٠٠ مللتر	٤٦٥٠ مللتر	٤٣٠٠ مللتر	٤٥٠٠ مللتر	٤٢٠٠ مللتر
حجم القلب لاستيعاب الدم	٨٩٧ مللتر	٨١٥ مللتر	٨٧٦ مللتر	٩٩٤ - ١٣٠٠ مللتر	٧٨٠ - ٨١٥ مللتر	٧٥٠ مللتر
نبضات القلب (الحد الأقصى)	١٨٥نبضة	٢١٧ نبضة	١٩٠- ٢٢٥ نبضة	١٨٥- ٢٠٠ نبضة	١٩٠- ٢١٠ نبضة	١٩٠ نبضة
الحاجة للأوكسجين (الحد الأقصى)	٤ إلى ٥ لترات	٣ إلى ٤ لترات	٤ إلى ٤,٥ لترات	٤ إلى ٤,٥ لترات	٤ لترات	٣ لترات
سرعة الرئتين فى الدقيقة	٢١ مرة	١٨ مرة	٢١ - ٢٣ مرة	٢٢ - ٢٧ مرة	٢٠ مرة	١٦ مرة
القدرة العملية بدون مساعدة الأوكسجين	٥٠ - ٦٠ ٪	٩٢ ٪	٥٨ - ٧٣ ٪	٥ - ١٥ ٪	٤٥ - ٧٠ ٪	١٥ - ٢٠ ٪



ركض المسافات المتوسطة

هذه العملية هي الأخرى تدخل ضمن مجموعة التمارين ذات الحركات المتشابهة، وهي تشمل الركض لمسافات ٤٠٠م، ٨٠٠م، ١٥٠٠م وتمثل الإجهاد دون الحد الأقصى، وتختلف ممارسة هذه الألعاب في تأثيرها على الأعضاء عن الركض للمسافات القصيرة.

ويمكن ملاحظة الخصائص التالية عند ممارسة مثل هذه التمارين:

- إن الحاجة الكلية للأعضاء إلى الأوكسجين وبالتالي القيمة المطلقة لنقص الأوكسجين ترتفع بازدياد فترة المطاولة، أي بزيادة الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز الشغل، ارتفاعاً ملموساً أكثر بضعفين أو ثلاثة أضعاف ما يحصل في المسافات القصيرة.

ولكن النقص النسبي (وليس المطلق) للأوكسجين ينخفض حيث يبلغ ٣٥ - ٦٦٪ من كمية الأوكسجين اللازمة.

- تبرز في هذه التمارين (الركض للمسافات المتوسطة) الطرق الهوائية، ولكن تبقى الطرق اللاهوائية في سير العمليات البايوكيمياوية مهمة وتلعب دوراً واضحاً هنا أيضاً، وخاصة في ركض ٤٠٠م، ٨٠٠م حيث يتم نصف الشغل تقريباً باستخدام الطرق اللاهوائية لسير العمليات البايوكيمياوية.

ولكن وبسبب التدريب الذي يؤدي إلى تقوية الطرق الهوائية فإن كل التغيرات المذكورة سابقاً ستنفذ أهميتها، حيث تتناقص أو تنخفض قيمة النقص النسبي لكمية الأوكسجين بسبب التدريب.

وهنا يظهر الاختلاف المبدئي بين ركض المسافات القصيرة وركض المسافات المتوسطة، حيث إن التدريبات لركض المسافات القصيرة لا يؤدي إلى تحسين الطرق الهوائية التأكسدية بل بالعكس يؤدي إلى تقوية الطرق اللاهوائية وخاصة إذا أجريت هذه التدريبات لغرض تسجيل رقم.

- وعلى عكس ركض المسافات القصيرة التي تتم فيها التفاعلات اللاهوائية على حساب فوسفات الكرياتين بشكل واضح، تلعب طريقة التحلل الكلايكولي الدور المهم في ركض المسافات المتوسطة، أي أن جزء التفاعلات اللاهوائية في ركض المسافات المتوسطة لا يتم على حساب فوسفات الكرياتين بقدر ما يتم عن طريق التحلل الكلايكولي.

- ولهذا السبب بالذات ترتفع كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم والإدرار عند الركض للمسافات المتوسطة إلى الحد الأعلى، حيث تبلغ ١٥٠ - ٢٥٠ ملغم ٪ في دم الرياضي الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع نسبي في حامضية المحيط الداخلي.

- نتيجة لارتفاع حامض اللبنيك في دم الرياضي، فسيحصل انخفاض في كمية احتياطي الدم من القلويات انخفاضاً شديداً، حيث يمكن أن تنخفض نسبة القلويات إلى ٦٠٪ في ركض ٤٠٠م.

- إلى جانب زيادة حامض اللبنيك (حامض اللاكتيك) يمكن أن تزداد نسبة فقدان الأعضاء للفوسفات أيضاً زيادة قليلة، مما يؤدي إلى زيادة كميتها في الدم.

- كما أن ركض المسافات الطويلة يؤدي إلى ارتفاع في نسبة فقدان البروتين، حيث يمكن أن نلاحظ ارتفاعا مقداره ١,٠ - ٢,١٪ (بالألف) للبروتين في إدرار الشخص الرياضي ولكن ظهور هذه الكمية من البروتين في الإدرار وحتى لحد ٤٪ (بالألف) لا تعتبر ظاهرة مرضية كلوية، وأنها مؤقتة سرعان ما تزول دون أن تترك أي أثر على الأعضاء.

- الظاهرة الأخرى في ركض المسافات المتوسطة هو ارتفاع درجة حرارة جسم الراكض في حدود ١ - ٥,١م وذلك نتيجة لشدة عمليات الأيض (الميتابوليزم) حيث بسبب شدة هذه العمليات يزداد إنتاج الحرارة.

- من الفروق المهمة الأخرى للتغيرات التي تحصل عند الركض للمسافات القصيرة وتلك التي تحصل عند الركض للمسافات المتوسطة، هو أن تمويل العضلة بالطاقة يتم في الحالة الأولى من داخل العضلة على الأغلب حيث أن مصدر الطاقة في هذه الحالة (المصدر الرئيسي للطاقة) هو إما من ثلاثي فوسفات الأدنوزين الموجود في العضلة أو الذي يعاد بناؤه داخل العضلة على حساب فوسفات الكرياتين المتيسر فيها، أما في الحالة الثانية أي في ركض المسافات المتوسطة فيبدأ تمويل الطاقة من مصادر خارج العضلة وخاصة من أيض كلايكوجين الكبد ولهذا السبب نلاحظ ارتفاعًا كبيرًا في نسبة الكلوكوز في الدم تبلغ ١٥٠ - ٢٤٠ ملغم ٪ ، ولكن بالنسبة للرياضيين الغير مدربين تدريبًا كافيًا فربما تتناقص كمية السكر في الدم، حيث عند مثل هؤلاء الأشخاص ربما يحصل التحفز للنظام العصبي المركزي بوقت مبكر وقبل الأوان، وذلك بسبب التخوف والتردد، هذه الحالة تظهر بشكل خاص في المسافات الصعبة أي ٤٠٠م و ٨٠٠م حيث تكون على الأغلب أشد مما في ركض مسافات ١٠٠٠م و ١٥٠٠م.

- ومن الظواهر المميزة والخاصة بركض المسافات المتوسطة هو ظهور ما يسمى بنقطة التليش، وهي حالة هبوط وانخفاض للقابلية على الإنجاز، والتي يمكن تجاوزها بالإرادة القوية إلى حالة الانتعاش.

تظهر حالة التليش عادة في ركض ٨٠٠ م بعد ٦٠ - ٨٠ ثانية من بدئه وفي ركض ١٥٠٠م تظهر في الدقيقة الثانية أو الثالثة.

إن السبب لهذه التغيرات وحصول حالة التليش وتجاوزها (أي الانتقال إلى حالة الانتعاش) لم يتوج بالتجارب لحد الآن، ولكن الظاهر فإن الحالتين مرتبطتين بطرق سير العمليات الهوائية واللاهوائية. فالتليش مرتبط بالعمليات اللاهوائية والحالة الثانية التي سميناها الانتعاش مرتبطة بميكانيزم سير وتقوية عمليات الأكسدة، وعلى كل حال فهذا ما لم يبرهن عليه تجريبيًا لحد الآن.

كما أن نقطة التليش ممكن ملاحظة ما يشبهها عند حيوانات التجارب أيضاً، لقد لوحظ أن حالة التليش هذه تقود إلى هبوط واضح في القابلية على الإنجاز، ولكن فحص التحلل الكلايكولي والتحلل التأكسدي لم ينجح في معرفة الأسباب الحقيقة لهذه الظاهرة، والانتقال منها إلى الحالات الأخرى، وعلى كل حال فهناك احتمال كبير أن السبب الحقيقي لحالة التليش هذه يكمن في التشوش الكيمياوي للنظام العصبي المركزي.

- أما العودة إلى الحالة الطبيعية الأصلية للأعضاء، بعد الركض للمسافات المتوسطة فتحتاج عادة إلى ساعة حتى ساعتين، وهنا أيضاً يجب أن نأخذ مستوى التدريب الرياضي بعين الاعتبار، فالتدريب لهذا النوع من الرياضة ينبغي أن يهدف من وجهة النظر البايوكيمياوية إلى تطوير وتحسين الميكانيزم اللاهوائي لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين من ناحية ومن ناحية أخرى ملائمة الأعضاء وتكييفها للمحيط الداخلي الحامضي الذي سينشأ نتيجة لركض المسافات المتوسطة، ولكن هنا وبعكس الحالة السابقة (الركض للمسافات القصيرة) ينبغي تطوير قابلية الأعضاء على الانتقال من الطرق اللاهوائية إلى الطرق الهوائية التأكسدية في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين خلال أداء الشغل بحيث يتطور ميكانيزم الأكسدة إلى مستوى الميكانيزم اللاهوائي على أقل تقدير.

الركض للمسافات الطويلة

وهذا يشمل الركض للمسافات من ٣٠٠٠م – ١٠٠٠٠م وممارسة وأداء هذه التمارين تمتاز عادة بالخصائص الكيمياوية التالية:

١- في هذه التمارين تسيطر، لهذا الحد أو ذاك حالة استقرار، وكما تطغي هنا العمليات الهوائية التأكسدية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين.

٢- النقص النسبي في الاوكسجين يصل إلى ١٥ – ٣٠٪ فقط من الحاجة الكلية للأعضاء، ولكن لو أخذنا القيمة المطلقة لنقص الأوكسجين لوجدناها أكبر بكثير مما في ركض المسافات المتوسطة (ولكن القيمة النسبية محسوبة على أساس المسافة والزمن، وفي هذه الحالة تكون المسافة هنا أطول وتحتاج إلى فترة زمنية أكبر).

٣- الطريق اللاهوائي في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين يظهر في بداية الركض ثم يزول تدريجيًا ليحل محله الطريق الهوائي التأكسدي.

٤- المادة الأولية التي ستخضع لعمليات الأكسدة (أي المصدر الأساسي الأولي في تمويل الطاقة) هي الكلوكوز، الذي تلتقطه العضلات من الدم بالدرجة الأولى كما تستخدم أيضًا الكيتونات واللبيدات لنفس الغرض وخاصة في ركض ١٠٠٠٠م حيث يزداد استغلال المواد استغلالاً ملحوظًا.

٥- أما ارتفاع نسبة حامض اللبنيك (اللاكتيك) في ركض المسافات الطويلة فهو أقل مما في ركض المسافات المتوسطة ويجب الملاحظة أن كمية حامض اللبنيك تكون في بداية الركض أعلى مما في النهاية (الوصول إلى الهدف).

كما أن شدة هذا الانخفاض لها علاقة بمستوى تدريب الرياضي، فكلما كان تدريبه قويًا وجيدًا كلما كان الانخفاض في كمية حامض اللبنيك في الدم عند الوصول للهدف أكبر، ولكن هذه الصورة يمكن أن تتغير كليًا بسبب زيادة السرعة خلال الركض، ولغرض تكتيكي أو قرب الوصول إلى الهدف، حيث يمكن أن تعود كمية حامض اللبنيك المنخفضة إلى الارتفاع ثانية بسبب زيادة السرعة هنا، أما إعادة الإسراع (إعادة زيادة السرعة) فتكون مصحوبة عادة بزيادة طفيفة في كمية حامض اللبنيك.

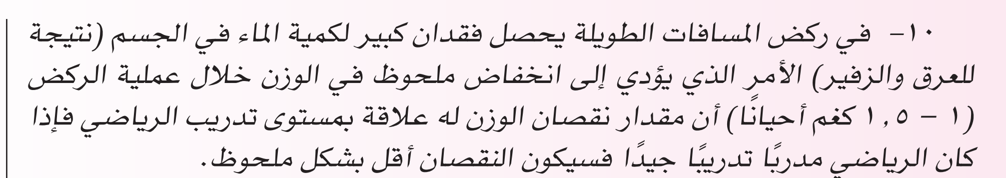
فتغير نسبة حامض اللبنيك في الدم تعتمد إذن على تكتيك الركض أيضاً، فكلما يكون الركض على وتيرة واحدة كلما تنخفض النسبة أكثر، وكل زيادة سرعة بسبب تكتيكي يؤدي إلى ارتفاع في نسبة حامض اللبنيك.

٦- وبسبب ارتفاع نسبة حامض اللبنيك في الدم فسينقص احتياطي الدم في القلويات ولو أن هذا النقصان هو أقل مما يحصل عند الركض للمسافات المتوسطة، فمثلا تكون كمية الانخفاض في احتياطي القلويات عند الهدف، بعد ركض ١٠٠٠٠م بحدود ١٠ - ١٢٪.

٧- أما كمية حامض اللبنيك التي تنفصل عن الجسم لتظهر في إدرار العرق فتكون هي الأخرى أقل مما في ركض المسافات المتوسطة، ولكن خسارة الأعضاء للفوسفات يكون أكبر قليلاً مما يحصل عند ركض المسافات المتوسطة.

٨- خروج البروتين من الإدرار يكون نادرًا في ركض المسافات الطويلة، كما أن التجارب والفحوص تؤكد أن كمية البروتين هذه لا تتجاوز في الأغلب نصف ما هي عليه عند الركض للمسافات المتوسطة في المعدل.

٩- خلال الركض يمكن أن تزداد كمية الفوسفاتيدات أو تتناقص في هذا المقطع من الركض أو ذاك أما عند الهدف في ركض ١٠٠٠٠م مثلاً فتتناقص كميتها عادة.



١٠- في ركض المسافات الطويلة يحصل فقدان كبير لكمية الماء في الجسم (نتيجة للعرق والزفير) الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في الوزن خلال عملية الركض (١ - ١,٥ كغم أحيانًا) أن مقدار نقصان الوزن له علاقة بمستوى تدريب الرياضي فإذا كان الرياضي مدربًا تدريبًا جيدًا فسيكون النقصان أقل بشكل ملحوظ.

١١- أما التغير الذي يحصل في كمية السكر (الكلوكوز) في الدم فلا يخضع لقاعدة ثابتة ففي ركض المسافات الطويلة يمكنٍ أن يحصل ارتفاع، كما يمكن أن يحصل انخفاض في كمية السكر في الدم فالنقصان مثلاً يحدث بشكل اعتيادي عند الأشخاص السريعي التأثير، وهذا في الواقع هو بسبب سوء التجهيز، وليس بسبب نقص احتياطي الأعضاء من الكاربوهيدرات.

١٢- إضافة للتغيرات التي تحصل في عمليات أيض الكاربوهيدرات (الميتابوليزم) في ركض المسافات الطويلة، يحصل أيضًا تغير في أيض اللبيدات، وهكذا يظهر في مستوى الشحوم المتعادلة (أي ليست على شكل حوامض شحمية، في الدم كذلك تزداد كمية الكيتونات في الدم، والتي هي نواتج أيض الشحوم في الكبد، والتي يمكن أن تستخدم من قبل العضلات كمادة أولية بعد أن تلتقطها من الدم.

١٣- أما الرجوع إلى الحالة الطبيعية للأعضاء أي عودتها إلى المستوى الأصلي قبل أداء التمرين فتحتاج بين ٦ - ١٢ ساعة، ولكن في كثير من الأحيان تتم تسوية التغيرات التي تحصل في أعضاء الرياضي نتيجة لركض المسافات الطويلة بفترة أطول، قد تصل إلى ٢٤ ساعة، أن مركز ثقل عملية الاستعادة هذه لا تتم بمجرد التعويض عن نقص الاوكسجين أو التخلص من حامض اللبنيك (اللاكتات) الفائض في الدم، وإنما تكمن في استعادة النشاط الحيوي للأعضاء والذي لا يتم إلا عن طريق التغذية الجيدة.

أما التغيرات البايوكيمياوية التي تحصل في الأعضاء نتيجة (للمشي) للمسافات الطويلة، فهي أحيانًا تشبه تلك التغيرات التي تحصل عند الركض للمسافات الطويلة، ففي المشي لمسافة ١٠٠٠٠م يكون التغير في الأعضاء متميزًا بما يلي:

(أ) التغير في حامض اللبنيك عند المشي لهذه المسافة يكون مقاربًا للتغير الذي يحصل عند الركض لمسافة ١٠٠٠٠م.

(ب) عند المشي لهذه المسافة يحصل على الأغلب انخفاض في نسبة الكلوكوز في الدم.

(جـ) يحصل ارتفاع كبير في كمية المواد الشحمية المتعادلة في الدم وانخفاض واضح في كمية الفوسفاتيدات، نتيجة لأداء التمرين.

(د) الخسارة في الوزن عند المشي هى الأخرى عالية كما في الركض لمسافة ١٠٠٠٠م.

(هـ) كذلك في المشي، كما أن في الركض، يجب أن يكون مستوى التدريب عاليًا، ويجب أن تعطي أهمية استثنائية لإمكانية الانتقال بسهولة إلى الطرق التأكسدية، حيث أن الرياضيين الذين لهم القابلية يستطيعون المشي لمسافة ٣٠٠٠٠م بنفس السرعة الممكنة لقطع ١٥٠٠م، وهذا لا يعني عدم الالتفات إلى أهمية تقوية إمكانية أعضاء الرياضي لاستخدام الطرق اللاهوائية لأداء العمليات البايوكيمياوية المختلفة، إذ أن الطرق اللاهوائية لها أهمية كبيرة في هذا النوع من التمارين أيضًا، وخاصة عندما يريد الرياضي الزيادة من سرعته خلال المشي.

الهرولة للمسافات فوق الطويلة

وهذه تشمل المسافات ١٥، ٢٠، ٣٠ (٤٢،١٩٥) كم، وهي تتميز قبل كل شيء بالاستهلاك الكبير للطاقة والحاجة الكبيرة للاوكسجين، فكمية الاوكسجين التي تستهلك في الماراثون مثلاً قد تصل إلى ٤٥٠ ليتر.

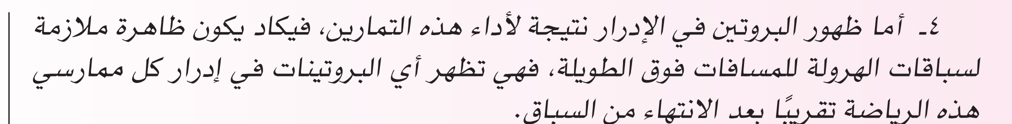
أما التغيرات الأخرى فيمكن تلخيصها بما يلي:

١- لو أهملنا فترة الانطلاق القصيرة، فيمكن القول بأن الطاقة اللازمة لمجمل عملية الهرولة كما في الماراثون مثلاً يتم تجهيز الطاقة عن طريق أيض الكاربوهيدرات الهوائي التأكسدي، ومن ثم أيض اللبيدات (حيث يزداد حرقها، وتأكسدها تدريجيًا ولكن بصورة كبيرة).

٢- على الرغم من كبر الكمية المطلقة التي تحتاجها الأعضاء من الاوكسجين عند أداء مثل هذه التمارين فإن النقص النسبي للاوكسجين لا يتجاوز ٢,٥ – ١٠٪ فقط، والسبب هو طول الفترة الزمنية اللازمة لأداء التمرين، ولكن على أية حال هذا يتوقف على مستوى التدريب وتكيف الأعضاء للتغلب على مثل هذه الإجهادات التي تستمر لفترة طويلة.

٣- أما ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم يكون هو الآخر قليل نسبيًا ولكن هذا يتوقف على تاكتيك الهرولة، كما يتوقف على حالة التدريب ودرجة الاستعداد عند الرياضي.

وعلى هذا فارتفاع كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم تتذبذب ضمن حدود كبيرة قد تصل عند انتهاء السباق في الماراثون مثلاً إلى ١٧ ملغم ٪ أو إلى ٧٠ ملغم ٪ (لاحظ الفرق الكبير بين الحدين) كذلك فإن كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في بداية التمرين هي دائمًا أعلى مما في نهايته (قرب الوصول إلى الهدف) كذلك يجب الانتباه إلى أن زيادة السرعة في الماراثون يتطلب جهدًا أقل مما يحتاجه الرياضي في ركض المسافات الطويلة، ولذلك فهو يكون مصحوبًا بارتفاع أقل لكمية حامض اللبنيك في الدم، كذلك فإن ظهور حامض اللبنيك في الإدرار والعرق يكون قليل نسبيًا.



٤- أما ظهور البروتين في الإدرار نتيجة لأداء هذه التمارين، فيكاد يكون ظاهرة ملازمة لسباقات الهرولة للمسافات فوق الطويلة، فهي تظهر أي البروتينات في إدرار كل ممارسي هذه الرياضة تقريبًا بعد الانتهاء من السباق.

٥- أما كمية السكر في الدم (الكلوكوز) فتتناقص كقاعدة عامة، نتيجة لأداء هذا التمرين أما إذا كانت تغذية الرياضي جيدة ويكون مثلا قد تناول وجبة فطور قبل ساعتين ونصف إلى ثلاث ساعات من بدء السباق، وزود ببعض المغذيات أثناء عملية الهرولة، فربما سوف لا يحصل تناقص في كمية السكر في الدم، بل ربما تحصل زيادة في كميته عند الوصول للهدف.

٦- نفس الصورة السابقة تنطبق على عامل الانفعالات النفسية وتقوية الاستجابات العلمية الصحيحة عند الرياضي، فنقصان كمية السكر في الدم عند الهرولة للمسافات فوق الطويلة سببه على الرغم من الاستهلاك العالي للكاربوهيدرات هو ليس فقط النقص في احتياطي كاربوهيدرات الأعضاء، وإنما على الأغلب التأخير في تجهيز الكاربوهيدرات بسبب الانفعالات القلقة غير المدربة والمعيقة للاستجابات الصحيحة والمناسبة للنظام العصبي المركزي.

وبالفعل فقد ثبت أن تناول الأدوية التي تزيل الانفعالات القلقة تؤدي إلى إيقاف نقص كمية السكر في الدم، فإعطاء الأدرينالين مثلا للرياضي عند ممارسة التمرين (أثناء الهرولة) سيؤدي إلى ارتفاع نسبة الكلوكوز في الدم، حتى يصل إلى المستوى الطبيعي وذلك يحصل حتى بدون تناول مواد غذائية من قبل الرياضي أثناء عملية الهرولة.

وواضح أن تناول الأدرينالين يؤدي إلى زيادة نشاط انزيم الفوسفوريليز الأمر الذي يهيىء ظروفًا جيدة لتجهيز الكاربوهيدرات للأنسجة والأعضاء وبالتالي الكلوكوز وبالدرجة الأولى العضلات والقلب والدماغ.

٧- أما تغير اللبيدات في الدم بسبب الهرولة للمسافات فوق الطويلة، فهو يشبه التغير الذي يحصل لها عند الركض للمسافات الطويلة.

٨- كما تتناقص كمية الفوسفوتيدات تناقصًا كبيرًا في هذا النوع من الهرولة حيث يلاحظ انخفاض كميتها في الدم بشكل واضح وكبير.

٩- إن إنجاز عمل بهذه المطاولة وهذا الجهد الذي يدوم لفترة طويلة لا يؤثر فقط على عمليات أيض (ميتابوليزم) الكاربوهيدرات والشحوم فقط وإنما يتجاوزها إلى أيض المواد البروتينية أيضاً، ولذلك فعند الهرولة لمثل هذه المسافات الفوق الطويلة نلاحظ ارتفاعًا كبيرًا في كمية المواد النيتروجينية المفروزة مع الإدرار، فحامض البوريك مثلا يزداد من ثمانية إلى عشرة أضعاف، كما تزداد كمية اليوريا هي الأخرى.

١٠- يحصل أيضاً عند الهرولة لمثل هذه المسافات فقدان لكميات مهمة من الفوسفات حيث يزداد إفرازها من ضعفين إلى أربعة أضعاف كما يزداد فقدان واستهلاك حامض الاسكوربيك (فيتامين C).

١١- ونظرًا لشدة عمليات الأيض من جهة، وعدم ازدواج عملية التنفس مع عملية الفسفرة في بعض الأحيان وبسبب التعب الشديد من جهة أخرى، فيلاحظ ارتفاع في درجة حرارة جسم الرياضي قد يصل في الماراثون إلى ٣٩,٥، ولهذا السبب فأداء مثل هذه التمارين في مناطق حارة ورطبة قد تؤدي إلى ظهور ضربة حرارية عند الرياضي.

١٢- كما أن فقدان الماء من جسم الرياضي عند الهرولة لمثل هذه المسافات كما في الماراثون مثلا يكون عاليًا جدًا، الأمر الذي يؤدي إلى تثخن الدم من جهة وفقدان في الوزن من جهة أخرى.

١٣- أما فترة الاستعادة بعد انتهاء السباق - أي فترة إعادة البناء ورجوع الجسم إلى حالته الطبيعية التي كان عليها قبل السباق - فقد تبلغ ٢ - ٣ يوم بعد الماراثون.

إن سبب هذه الفترة الطويلة هو ليس فقط ما يحتاجه الرياضي من الوقت لتعويض نقص الأوكسجين وإنما كذلك بسبب أهمية إعادة بناء ما تحلل وتهدم من البروتين والانزيمات وغير ذلك.

ومن الملاحظات الطريفة في فترة إعادة البناء بعد الهرولة للمسافات الفوق الطويلة هو أنه في بداية هذه الفترة يستمر تناقص الكلوكوز أيضًا، وهذا يمكن تفسيره بأنه عند طور الاستراحة سيجري أولاً توزيع جديد (إعادة توزيع) لاحتياطي الكاربوهيدرات في الأعضاء الداخلية للجسم (إتمام وإكمال الاحتياطي من كاربوهيدرات القلب والمخ)، وثانيًا تحصل عملية أكسدة للكلوكوز شديدة لغرض تمويل طاقة لأجل إزالة البقايا أو النواتج المتبقية من عملية التحلل الكلايكولي.

إن الطاقة اللازمة لهذا الغرض يحصل عليها بالدرجة الأولى من حرق اللبيدات، الأمر الذي يتطلب تجهيز الشحوم وظهور الكيتونات في الدم خلال طور الاستراحة، أما الاستعادة التامة لقدرة الأعضاء الحيوية بعد الماراثون تتم عادة بعد يومين إلى ثلاثة أيام مع التغذية الجيدة.

وهكذا نرى أن في رياضة واحدة أو أن في نفس النوع من الرياضة كالركض مثلا تحصل اختلافات متعددة في الأعضاء نتيجة لاختلاف المسافات وبالتالي اختلاف المطاولة، وكذلك الاختلاف في الفترة الزمنية اللازمة لقطع المسافة وهذا يعني شدة الجهد.



السباحـة

إن السباحة تختلف عن الفعاليات الرياضية الأخرى التي تجري على الأرض، حيث إن محيط الحركة في السباحة هو ليس الهواء، وإنما الماء وهو أكثف من الهواء، كما أنه يملك خاصية توصيل عالية للحرارة، وهذا بالتأكيد سيطبع العمليات الفسلجية للأعضاء بطابع خاص، حيث:

١- أن ظروف التنفس والدورة الدموية ستتغير عند السباحة، كما أن فقدان حرارة الجسم سيزداد، وينقص العرق وفرز الماء من الجسم.

٢- كما أن الماء يظهر مقاومة وتزداد هذه المقاومة كلما زادت سرعة السباح مما يؤدي إلى زيادة الإرهاق والتعب، هذا من ناحية ولكن من الناحية الأخرى، تسهل السباحة في الماء بسبب قاعدة أرشميدس.

٣- إن مجرد التواجد في الماء بدون أي حركات فعالة، أي وجود الجسم طائفًا فوق سطح الماء متخذًا وضع السباحة، يؤدي إلى زيادة كبيرة في عمليات الأيض (الميتابوليزم) كما يرتفع نقص الاوكسجين النسبي إلى ٣٥ - ٥٥٪ ويمكن تفسير ذلك، قبل كل شيء بأن أعضاء الجسم تفقد في الماء حرارة أكبر أربع مرات مما تفقده في الهواء، إذا كان الهواء والماء في نفس الدرجة من الحرارة، هذا ويمكن تقسيم السباحة حسب المسافات المقطوعة كما في الركض إلى ما يلي:

- السباحة للمسافات القصيرة: وتشمل السباحة لمسافة ٥٠م، ٢٠٠م، ٤٠٠م.
- السباحة للمسافات المتوسطة: وتشمل السباحة لمسافة ٨٠٠م، ١٠٠٠م، ١٥٠٠م.
- السباحة للمسافات الطويلة وفوق الطويلة: وتشمل السباحة لمسافة ٢٥، ٥٠، ١٠٠ كم وأكثر.
- السباحة للمسافات المتوسطة والطويلة تمثل التمارين ذات الإجهاد المتوسط.

السباحة للمسافات القصيرة

إن التغيرات التي تحصل نتيجة لسباحة المسافات القصيرة تتميز بما يلي:

١- ترتفع كمية حامض اللبنيك في الدم ارتفاعًا واضحًا، يتبع ذلك نقص في الاحتياطي القلوي للدم بمعدل ٤٥٪.

٢- ارتفاع عالي في النقص النسبي لكمية الاوكسجين.

٣- إن أكثر تغير يحصل بسبب سباحة هذه المسافات هو ذلك الذي يحصل عند سباحة ٤٠٠م حيث يصل انخفاض الاحتياطي القلوي إلى ٦٠٪ وترتفع نسبة حامض اللبنيك في الإدرار ارتفاعاً كبيراً وتصل إلى أعلى من القيمة التي تصلها في إدرار الراكض لنفس

المسافة، والسبب في ذلك هو أنه عند الركض يفرز قسم من حامض اللبنيك مع العرق عدا ذلك الذي يفرز مع الإدرار، أما عند السباحة لنفس المسافة ووجود الجسم في الماء فلا يوجد عمليّاً إفراز عرق لأن هذا الأخير مفقود، ولنفس السبب أيضًا تزداد كمية الأمونيا في الإدرار زيادة كبيرة أيضًا.

٤- نقصان الوزن الذي يحصل نتيجة للسباحة عند السباحين، هو أقل بكثير مما عند الرياضيين الذين يمارسون ألعاباً على الأرض، وذلك لأن الفقدان عند السباحة يتم عن طريق الرئتين وأجزاء الجلد غير المغمورة في الماء فقط.

٥- إن مقدار التغيرات البايوكيمياوية بسبب السباحة تتوقف على عوامل كثيرة منها اسلوب السباحة ودرجة حرارة الماء وغيرها.

فلغرض الوصول إلى أقصى سرعة مثلاً يستخدم اسلوب السباحة الحرة، وهذا الاسلوب يحتاج إلى صرف أقصى حد من الطاقة ويكون مصحوبًا بأقوى التغيرات البايوكيمياوية كذلك تنخفض درجة حرارة الماء تتطلب صرف طاقة إضافية من قبل السباح.

سباحة المسافات المتوسطة والطويلة

يمكن أن نجمل التغيرات التي تحصل عند سباقات السباحة لهذه المسافات بما يلي:

- تكون الزيادة في حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم قليلة عند السباق لهذه المسافات وهذا يؤدي بدوره إلى انعطاف قليل فقط في تفاعلات المحيط الداخلي للأعضاء نحو الجهة الحامضية وخاصة في سباحة المسافات الطويلة.
- كذلك تناقص الاحتياطي القلوي يكون قليل أيضًا فمثلاً عند السباحة للمسافات الطويلة يبلغ بالمعدل ١٧٪.
- يحصل تناقص في كمية اللبيدات وكمية الكلوكوز في الدم، ولهذا فيصبح تناول المغذيات خلال السباحة للمسافات الطويلة ضروريًا.

إن تأثير العمل خلال السباحة بالمقارنة مع الألعاب الأخرى يختلف تمامًا، ففي السباحة يصل هذا التأثير إلى ٢٥ - ٣٠٪ وتعتمد درجة الجهد على طول المسافة وطريقة السباحة ومستوى اللاعب وخلال سرعة متساوية وتأثير المقاومة للذراعين ٠,٥٦ إلى ١,٩٢ ٪ بينما للساقين تساوي ٠,٠٥ إلى ١,٢٣ ٪ ولكن الأطراف السفلى تتأثر بشكل كبير في السباحة للمسافات الطويلة سيما عند الإناث، إن تأثير ضغط الدم على الجسم يظهر بالدرجة الأولى على الأوعية الدموية، وأن مقدار دفقات الغازات للجسم تتغير حسب حجم الضغط عليه.

إن وضع الجسم الأفقي مع ضغط الماء على القفص الصدري يؤدي إلى انخفاض حجم الرئتين وخلال الغطس تجري تغيرات كبيرة في أجهزة الجسم، وكذلك يزداد الحمل على عمليتي الشهيق والزفير، ان عضلات الجهاز التنفسي يجب أن تتحمل مجهودًا أكبر لأجل التغلب على مقاومة ضغط الماء، كذلك فإن عملية التنفس هنا غير سهلة لذا فإن سرعته وانتظامه يعتبر جزء من الأداء الفني للسباحة، إن مستوى تبادل الغازات وسرعتها يعتمد على طريقة السباحة وسرعة حركة الذراعين وطول المسافة وعلى الرقم الذي يريد الحصول عليه فضلا عن مستوى اللاعب من اللياقة والتدريب، وخلال السباحة بطريقة الظهر ترتفع سرعة التنفس إلى ٦٤ مرة في الدقيقة وهذا يعادل التنفس مرتين خلال حركة واحدة، أما خلال استعمال الطرق الأخرى فتكون سرعة التنفس ٢٨ مرة في الدقيقة وهذه يعادل تنفسًا واحدًا خلال حركة واحدة.

إن عمليات تبديل الغازات في الرئتين تجري على مستوى أقل ويصل مقدارها إلى ١,٩ ملتر في الدقيقة في جميع الطرق باستثناء طريقة الظهر حيث تصل مقدار التهوية إلى ١٥٩ ملتر في الدقيقة الواحدة.

والسباحة للمسافات ٥٠م، ١٠٠م، ٤٠٠م تقود إلى الحاجة الكبيرة للاوكسجين وفي نفس الوقت تكيف الجسم للعمل بغياب الأوكسجين ومع نمو الحد الأقصى من الحاجة للاوكسجين تنمو أيضًا النتائج وتتحسن الإمكانات والظروف لإعطاء أفضل النتائج.

إن رفع قدرة عضلات التنفس خلال التدريب يؤدي إلى تطوير نظام التنفس وسرعته وإن قدرة الرئتين عند اللاعب الذي يمارس التدريب بشكل منتظم ترتفع بزيادة من ٦ إلى ١٣٪ عند الحد الطبيعي وعند الأبطال إلى ٢٥ ٪ وبعد ٣ إلى ٤ سنوات من التدريب المستمر خاصة عند إعداد الناشئين في سن مبكر تظهر التطورات سريعة وفعالة لوظيفة الأجهزة الداخلية سيما الرئتين في قدرة استيعاب كميات أكبر من الهواء وسرعة تبديل الغازات.

إن الغطس في ماء درجة حرارته تساوي ١٨ – ٣٠ يؤدي إلى انخفاض في نبضات القلب والعكس عند الغطس في ماء درجة حرارته مرتفعة (٣٥ – ٣٧) ويؤثر الغطس على عمليات التنفس (توقف التنفس وبعد ٣٠ – ٤٠ ث تنخفض سرعة القلب إلى ٥٠ – ٦٠ نبضة في الدقيقة وبعد الخروج من الماء أو فوق سطح الماء فإن نبضات القلب ترجع إلى البداية بسرعة ثم بالتدرج تعمل بشكل طبيعي، وفي إحدى الدراسات التي أجريت على الناشئين في أعمار ١٢ – ١٤ سنة ظهر أن متطلبات رفع حمل التدريب في السباحة تعتمد على مقدار نقل الاوكسجين ولوحظ أن سرعة نبضات القلب قبل بداية التدريب أو في ١٠ ثواني الأولى تصل من ١٠٥ إلى ١٥٠ نبضة في الدقيقة وبعد قطع مسافة ١٠٠م أو ٢٠٠م ترتفع نبضات عند الناشئين من ١٧٨ إلى ١٨٦ نبضة في الدقيقة وعند المتقدمين إلى ١٧٠ – ٢٠٠ في الدقيقة،

وخلال السباحة تحت الماء فإن الهدف هنا قطع أطول مسافة بدون تنفس وقد لوحظ من نفس الدراسة ارتفاع سرعة القلب إلى ١٤٠ نبضة في الدقيقة وبعد ذلك يحدث انخفاض من ٣٥ – ٤٠ نبضة في الدقيقة وتستمر هذه الحالة حتى نهاية المسافة، ومع البدء بالسباحة فإن سرعة التنفس تبدأ بالارتفاع وإلى أقصى حد وبعد فترة ترجع إلى الحالة الطبيعية كما أثناء التدريب.

إن ثقل الجسم يحمله الماء وأن الوضع الأفقي للجسم يقع تحت تأثير ضغط الماء وأن هذا الضغط يقلل من شدة العمل العضلي الثابت ويساعد على الإرخاء العضلي ويلاحظ أنه كلما يتسع حجم القفص الصدري (خلال عملية الشهيق) فإن الجسم ينخفض وزنه أي بعكس عملية الزفير ويرتفع الضغط حين وضع الرأس تحت الماء وخاصة بالنسبة لماء البحر الذي يمتاز بوزن نوعي.

إن الماء بالمقارنة مع الهواء له كثافة أكبر وهذا ما يعادل ٧٥٠ مرة بقدر كثافة الهواء يواجه الجسم في وضعه الأفقي في الماء مقاومة شديدة بالمقارنة مع التمرين خارج الماء وخلال سرعة ٠,٥م في الثانية، وتكون مقدار مقاومة الماء ١ كيلو بوند وفي سرعة متر واحد في الثانية ترتفع مقاومة الماء إلى ٣ كيلو بوند وعند السرعة من ١,٥م إلى ١,٨م في الثانية تصل هذه المقاومة إلى ٨ – ١٣ كيلو بوند تقريبًا، وعلى الفرد أن يتغلب على مقاومة الماء وذلك لأجل رفع نشاط جسمه إلى الحركة الجيدة وبالسرعة المطلوبة.

إن ضغط الماء يخفف من وزن الجسم ويؤثر على النشاط والتناسق الحركي لأجزاء الجسم، إن خلق المهارة الحركية خلال العمل الحركي في المحيط غير المكيف للسباح وفي الوضع الأفضل للجسم مرتبط ارتباطًا كبيرًا بالمراكز العصبية، ومع الكميات المحددة في استعمال المهارة الحركية التي تتكون عند اللاعب من خلال ممارسته أشكال رياضية أخرى ولكل طريقة في السباحة من الضروري تطوير المهارة الحركية فضلا عن تكوين ارتباطات جديدة بين المراكز العصبية والجهاز الحركي (التناسق الحري) سيما للأطراف العليا والسفلى مثلا سرعة حركة الأطراف، عدد مرات التنفس وعمق الشهيق والوقت الذي تستغرقه عملية التنفس، وخلال التدريب المنتظم ترتبط مسافة الإثارة والشعور بحرارة الجلد، ويؤثر إلى جانب الكمي والنوعي لتأثير المحيط الخارجي (الضغط، الكثافة، الحرارة، سرعة الماء) مع إثارة أجهزة الحواس والقوة والسرعة وسعة الحركة، وتبديل فترات الهدوء العضلي، وكل هذه النواحي تؤثر على عمليات تطوير النتيجة في شكل من أشكال السباحة.

إعادة الإثارة المركبة لهذه الأجهزة الحسية تقود إلى خلق الشعور الخاص والمركب، فمثلاً الشعور بالماء المساعدة وتخفيف الحمل لوظائف الأجهزة الداخلية مثل القلب والدورة الدموية والجهاز التنفسي، ان تدريب السباحة في الماء يسهل حركة العضلات ويرفع من قدرتها في الارتخاء والسعة الحركية، وكذلك يبعد التعب ويمدد فترة النشاط العملي.

إن السباح يحتاج خلال تدريب السباحة (المسافة أو مجموعة المسافات من ٤ – ١٠ كم إلى ٦٠٠٠ سعرة خلال ٢٤ ساعة وأن القسم الكبير من الطاقة يصرف خلال التغلب على مقاومة الماء، وأن انخفاض درجات حرارة الجسم تؤثر تأثيرا كبيرا في زيادة صرف الطاقة والجدول التالي يبين لنا مقدار صرف الطاقة خلال السباحة بسرعة وطرق مختلفة.

جدول رقم (١٠)

يبين صرف الطاقة خلال السباحة

طريقة السباحة	السرعة بالأمتار في الدقيقة	صرف الطاقة السعرية في الدقيقة
طريقة الصدر	٢٠	٤,٥
	٢٨	٦,٩
	٣٦	١٠,٠
	٥٠	١١,٣
طريقة الظهر	٢٣	٥,٠-
	٢٧	٧,٠-
	٣٢	٩,٠-
	٣٧	١١,٠-
سباحة حرة	٤١	١١,٥
	٥٠	١٤,٠-
طريقة كراول	٣٦,٦	٧,٤
	٤٥,١	١٠,٠-
	٦٤,١	١٤,٣
	٧٣,١	٢٣,٠-
طريقة دلفين	٧٣,٢	٣٩,٠-
	٨٢,٣	٥١,٠-
	٩١,٥	٧٧,٠-
	١٠٠,٦	١١٤,٠-

التجديـــف

التجديف للمسافات الرئيسية:

إن المسافات الرئيسية في التجديف تختلف حسب اختلاف الزورق ففي الزوارق Skiff تكون المسافة من ١٥٠٠ – ٢٠٠٠م هي المسافة الرئيسية:

أما Canose فتكون مسافة ١٠٠٠ هي المسافة الرئيسية.

يمثل سباق الزوارق لهذه المسافات شغل يتطلب جهدا تحت الحد الأقصى من الشدة أما خصائص التغيرات لهذا النوع من الرياضة أو التي تنتج عند هذه السباقات فهي كما يلي:

١- نقص الأوكسجين عند التجديف لهذه المسافات وتحت شروط السباق يصل إلى ٥٠٪ من حاجة الأعضاء الكلية للأوكسجين وربما أكثر.

٢- ترتفع كمية حامض اللبنيك في الدم نتيجة لأداء هذه التمارين إلى ٨٠ – ١٢٠ ملغم٪ كما أن كمية كبيرة من حامض اللبنيك ستفرز مع العرق أكثر من ١٠٠ ملغم، ومع الإدرار تفرز أيضًا كمية كبيرة نسبيًا ٠,٥ – ١ غم، ولهذا السبب نرى انخفاض PH في البول أي زيادة في الحامضية.

٣- كما يظهر قليل من البروتين في الإدار وخاصة عند الرياضيين غير المدربين تدريبًا جيدًا تصل كميته من ٦ – ٩٪ بالألف.

٤- أما كمية الكلوكوز في الدم ترتفع تحت شروط السباق وتصل إلى ١٢٠ – ١٦٠ ملغم في كل ١٠٠سم٣، ولكن في ظروف غير ظروف السباق كما في التدريب مثلا فقد تنخفض كمية الكلوكوز في الدم وخاصة عند الأشخاص سريعي الانفعال.

٥- هنالك احتمال ظهور حالة التليش عند التجديف لهذه المسافات وقد سجلت أول حادثة للتليش في سباق الزوارق لهذه المسافات سنة ١٩٢٦.

إن طرق ووسائل التدريب المختلفة المتبعة خلال فترة التحضير للسباق وكذا خلال الموسم، تختلف بطبيعتها وميزاتها الواحدة عن الأخرى، وبالتالي فستؤدي إلى درجات مختلفة من التغيرات البايوكيمياوية في أعضاء الرياضيين، فإذا كان التدريب مستمر طول السنة ويجري في الهواء الطلق، ويشمل إعطاء تمارين رياضية أخرى إضافة للتمارين الخاصة بالتجديف فسوف يكون أكثر فعالية وأعم فائدة وأكثر كفاءة في رفع استعداد الرياضي.



التجديف للمسافات الطويلة:

وتشمل عادة ١٠ كم Canose وكذلك المسافات ٤، ٥، ١٠، ٢٥، ٣٠ كلم Skiff وهذه كلها تمثل تمارين ذات إجهاد متوسط يمكن إجراؤه في مستويات مختلفة من حالة الاستقرار وتتميز التغيرات التي تحصل نتيجة لسباقات التجديف لمثل هذه المسافات بما يلي:

١- ان ارتفاع كمية حامض اللبنيك عند التجديف لهذه المسافات يعتبر قليل نسبيًا (٣٠ – ٦٠ ملغم ٪).

٢- أما كمية الكلوكوز في دم المجدف فيخفي في أغلب الأحوال، في المستوى الطبيعي عند التجديف لمسافة ١٠ كلم، وتتناقص عند التجديف لمسافات أطول، وهذا لا يعني أن احتياطي الكاربوهيدرات في الأعضاء قد تنضب وإنما بالدرجة الأولى ضعف في إمكانية تجهيز الكاربوهيدرات، ومن الملاحظ أن تناول الرياضي المجدف لكمية من الادرنالين، بعد سباق الزوارق للمسافات الطويلة مباشرة يؤدي إلى عودة الكلوكوز إلى مستواه الطبيعي حتى بدون تناول غذاء، وهذا دليل على أن احتياطي الكاربوهيدرات لم ينضب بعد.

٣- هنالك علاقة بين استهلاك الطاقة عند التجديف من جهة وبين الحالة الجوية وحالة الماء من الجهة الأخرى، فالتجديف ضد تيار الماء مثلا أو ضد الريح ووجود موجات مرتفعة يؤدي إلى صرف طاقة كبيرة وحصول تغيرات عنيفة في الأعضاء.

التزحلق على الجليد

إن التمارين المختلفة في رياضة التزحلق على الجليد – وكما هو الحال في ألعاب الساحة والميدان تؤدي إلى اختلاف في درجة التغيرات، الفسلجة التي تحصل في الأعضاء، تبعًا لنوع التمرين والمسافة التي تقطع عند التزحلق.

وفيما يلي سنعرض أهم التغيرات التي تصاحب كل تمرين من التمارين الشائعة في رياضة التزحلق على الجليد.

التزحلق للمسافات الطويلة:

لقد تمت دراسة وفحص هذا النوع من التمارين دراسة جيدة من وجهة نظر التغيرات البايوكيمياوية، أن هذه التمارين تشمل بالنسبة للرجال التزحلق للمسافات ١٥، ٣٠، ٥٠ كلم، وللنساء ٥ – ١٠ كلم أما الخاصية المميزة للتزحلق للمسافات الطويلة فهي عدم وجود اجهادات الحد الأقصى أو شبه الحد الأقصى، لو قارنا بين سرعة الركض، في ألعاب الساحة والميدان للمسافات المختلفة (يتراوح عادة بين ٤,٦٢ إلى ٩,٦١م / ثا) مع سرعة حركة تقدم اللاعب للمسافات المختلفة في التزحلق لوجدناها تختلف في الحالة الأولى اختلافاً كبيراً بين الركض للمسافات القصيرة مثلا والمسافات الطويلة، بينما

في الحالة الثانية أي في التزحلق للمسافات المختلفة فلا يوجد هنالك فرق يذكر في السرعة في التزحلق لهذه المسافة أو تلك (حيث يكون عادة ٤ – ٥م / ثا) أن عدم الاختلاف الكبير في شدة الإجهاد ونوع الإنجاز، أما من ناحية التغيرات للمسافات الطويلة، فتتميز بصورة عامة بما يلي:

١- تجهيز الطاقة اللازمة لإنجاز هذا الشغل (لكل المسافات المهمة في التزحلق للمسافات الطويلة) بواسطة الطرق الهوائية التأكسدية، أما النقص النسبي للاوكسجين فهو منخفض بصورة عامة حيث يبلغ ٣ – ١٥٪ من حاجة الأعضاء الكلية للأوكسجين، وربما تتناقص هذه النسبة أكثر بسبب تأثير التدريب.

٢- وكذلك فبالمقابل يكون ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم هو الآخر ليس كبيرًا حيث يبلغ عند الهدف ٢٥ – ٤٠ ملم ٪، أما عند الأشخاص غير المدربين تدريبًا كافيًا فقد تصل كميته إلى ١٠٠ملغم ٪.

٣- وتبعًا لذلك يكون تغير الاحتياطي من القلويات في الدم، قليلاً هو الآخر، وبالتالي فإن تبديل الـ *PH* (مقياس الحامضية) لا يكاد يذكر - حيث يكون التبدل ليس بالأعشار وإنما بأجزاء المائة وفي الواقع لا يحصل تبديل في *PH* الدم عند التزحلق لمسافات ٣٠ – ٥٠ كلم.

٤- نظرًا لأن سباقات التزحلق الحديثة تجرى في الوقت الحاضر في مناطق محددة تحديدًا شديدًا لذا فإن التغيرات الوظيفية لأعضاء الشخص المتزحلق تكون هي الأخرى أشد وأقوى.

٥- إن التغلب على المرتفعات أثناء عملية التزحلق يؤدي إلى نقص كبير في عملية الاوكسجين اللازمة، الأمر الذي يؤدي إلى تقوية عمليات التحلل الكلايكولي بالطرق اللاهوائية.

ولهذا السبب فالتزحلق في المناطق غير المستوية يؤدي إلى زيادة كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم ربما تصل ٧٠ملغم ٪ أو أكثر أو تكون عادة أعلى مما لو كان التزحلق في مناطق مستوية ولنفس المسافة، وإذا أخذنا بنظر الاعتبار أن سباقات التزحلق تجري على الأغلب في المناطق الجبلية وعلى ارتفاعات ١٥٠٠م – ٢٠٠٠م حيث تكون كمية الاوكسجين أقل مما على سطح البحر – فإن تغطية حاجة الأعضاء من الاوكسجين ستكون أكثر صعوبة (بسبب الارتفاع إضافة للأسباب السابقة) وستترتب عليها سلسلة من النتائج.

٦- إن شدة عملية التحلل الكلايكولي وبالتالي كمية حامض اللبنيك في الدم عند التزحلق للمسافات الطويلة تعتمد على عدة عوامل أخرى منها سهولة وصعوبة الانزلاق وشكل المنطقة وتكوينها، وغير ذلك من العوامل.

فكلما تكون قابلية الانزلاق رديئة وكلما يكون تكوين أو شكل المنطقة صعبًا ومعقدًا، كلما يكون مستوى حالة استقرار الاعضاء منخفضاً (إذا أخذنا بنظر الاعتبار أن المتزحلق يحافظ على نفس السرعة عندما يكون الانزلاق سهلاً أو صعبًا).

كذلك من الطبيعي أن تكون كمية حامض اللبنيك في الدم عند الوصول إلى الهدف مرتبطة أو لها علاقة كبيرة بتاكتيك التزحلق، ولو أنها أقل مما في ركض الساحة والميدان حيث هنا تكون زيادة السرعة أثناء الركض ولأسباب تاكتيكية هي أكبر من زيادة السرعة عند التزحلق. كذلك فإن كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم لا تعتمد علي طول مسافة التزحلق بقدر ما تعتمد على نوع الجهد المبذول وبالتالي على نوع السباق، فمثلاً تكون الكمية أكبر قليلاً فى تزحلق المنحدرات لمسافة قصيرة مما في التزحلق الاعتيادي للمسافات المتوسطة والطويلة حيث تكون في هذه الأخيرة (كمية حامض اللبنيك) في بداية التزحلق أكبر مما في النهاية قرب الهدف.

٧- وبسبب الارتفاع القليل نسبيًا في حامض اللبنيك في الدم فيكون إفراز هذا الحامض (أو اللاكتات) مع الإدرار قليل أيضًا، وربما لا يحصل نهائيًا.

٨- ولكن على الرغم من ذلك فإن البروتين (الأليومين) مع البول هو ظاهرة كثيرة الحصول وقد تصل نسبة البروتين في الإدرار إلى ٤ - ١٠٪ (بالألف)، إن هذه المعطيات تؤدي إلى التساؤل عما إذا كانت هنالك علاقة بين ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم وظهور البروتين في البول.

في الحقيقة أن التسليم بوجود علاقة يخضع إلى شك كبير لأن ظهور الزلال في الإدرار يحدث في القفز على الجليد أيضًا كما يحدث عند الهبوط في المظلات، وهي عملية لا تؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في كمية حامض اللبنيك في الدم ولكنها تكون مصحوبة عادة بانفعالات شديدة، أن السبب الحقيقي في إفراز الزلال مع البول عند الرياضيين يكمن قبل كل شيء في التغيرات التي تحصل لتركيب بروتين الدم وفي الخواص الكيمياوية والفيزياوية لمرشحات الكلية وهذه التغيرات تظهر بشكل أو بآخر كنتيجة للتأثيرات العصبية المركزية.

٩- ترتفع كمية الكلوكوز في دم الرياضيين عند التزحلق للمسافات القصيرة وخاصة عند تزحلق المنحدرات، ثم تتناقص هذه الكمية عند مسافات أكثر من ٣٠ كلم، إن ارتفاع كمية الكلوكوز في الدم يمكن أن تظهر أيضًا في مسافات ٥، ٨، ١٠ كلم عند الأشخاص غير المدربين تدريبًا كافيًا وعند الأشخاص العاطفيين (ذوي الانفعالات العاطفية) بينما في المسافات الطويلة يبقى الدم محافظًا على نسبة ثابتة من الكلوكوز نسبيًا إذا كان الرياضي مدربًا تدريبًا جيداً، كما لا يوجد ما يمنع (بل بالعكس ينصح) أخذ مغذيات أثناء التزحلق للمسافات أكثر من ٣٠ كلم.

١٠- إن الخواص المميزة لرياضة التزحلق على الجليد هو كثرة التعرق وما يصاحبه من فقدان الماء والأملاح إن النقص الكبير في كمية الكلوريد من الأعضاء ليس سببه التعرق فقط وإنما بسبب ذهاب كمية من الكلوريد مع البول، وهذا يحصل ليس فقط يوم التزحلق وإنما في الأيام التي تعقب ذلك أيضًا، كل هذه تؤدي إلى انخفاض في كمية الكلوريد في الدم حيث تبلغ ١٧٪ بعد التزحلق لمسافة ٥٠ كلم، كما أن فقدان الماء يؤدي إلى نقص وزن الجسم أيضًا، إن السباقات الحديثة في التزحلق تتطلب مواصفات وشروط خاصة لتدريب الرياضيين، فينبغي مثلا تدريب الرياضي على العمل تحت ظروف نقص شديد في الاوكسجين وبالتالي توسيع وتطوير إمكانيات الأعضاء على سد الحاجة من الطاقة ليس عن طريق التفاعلات الهوائية التأكسدية، وإنما عن طريق التفاعلات اللاهوائية.

الدراجـات

سباقات الدراجات للمسافات القصيرة:

يعتبر سباق الدراجات لمسافة ٢٠٠م مثال للشغل مع الحد الأعلى من الإجهاد ويتميز بحصول التغيرات التالية:

١- لا يمكن سد حاجة الأعضاء من كمية الاوكسجين اللازمة خلال إنجاز مثل هذا الشغل ولذلك فالطرق اللاهوائية للتفاعلات ستلعب دورًا مهمًا لغرض إنجاز هذا الشغل، هذا من ناحية ومن ناحية أخرى ينبغي الانتباه لظروف التنفس بالنسبة لراكب الدراجة فهي على العموم غير ملائمة بسبب انحناء جسمه الدائم إلى الأمام وبسبب تثبيت حزام عضلات الكتف أي وضعية جسم الراكب بصورة عامة، كما أن أهمية الطرق اللاهوائية تكون ضرورية في سباقات المسافات القصيرة، لأن الرياضي يحاول منذ لحظة الشروع أن ينطلق بأقصى سرعة. وأخيرًا فإن التفاعلات اللاهوائية لا يمكن أن تتم بالشكل المطلوب إلا على حساب احتياطي كبير لفوسفات الكرياتين في العضلة وكذلك بواسطة عملية تحلل كلايكولي مرتفعة الشدة.

٢- يحصل ارتفاع كبير في حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم، يصل إلى ١٢٠ - ٢٠٠ ملغم ٪ يقابل ذلك تغير شديد في احتياطي القلويات في الدم.

وهنا أيضًا - كما في ركض المسافات القصيرة في ألعاب الساحة والميدان - يلعب التدريب الجيد دورًا مهمًا قد يؤدي إلى زيادة أكبر في حامض اللبنيك في الدم (وخاصة في سباق الدراجات لمسافة ٢٠٠م) إذا كان الرياضي مدربًا تدريبًا جيدًا، والسبب هو شدة عملية التحلل الكلايكولي.

٣- أما كمية الكلوكوز في الدم فترتفع عادة بشكل كبير وواضح عند المتسابقين لهذه المسافات القصيرة.

أما مسافات ١ كلم و ٥ كلم فتمثل شغل يتطلب إجهاد دون الحد الأقصى، أما المسافات أكثر من ٥ كلم، ولو أن هنالك صعوبة في إعطاء صورة مضبوطة للتغيرات التي تحصل نتيجة لذلك، ولكن يمكن القول أنها تشبه تلك التغيرات التي تحصل عند راكض المسافات المتوسطة (انظر الجزء الخاص بمناقشة التغيرات عند الركض للمسافات المتوسطة).

سباق الدراجات للمسافات الطويلة وفوق الطويلة:

المسافات الطويلة في سباق الدراجات هي التي تجري لحد ٥٠ كلم والمسافات فوق الطويلة تجري عادة لمسافة أكثر من ٥٠ كلم، وكلا النوعين يمثلان إجهادات متوسطة الشدة.

التغيرات البايوكيمياوية التي تحصل في الأعضاء نتيجة لسباقات من هذا النوع تشبه لحد ما تلك التغيرات التي تحصل في جسم الرياضي عن ركض المسافات الطويلة أو الماراثون.

ويمكن تلخيص أهم هذه التغيرات بما يلي:

١- تتميز بحصول حالة استقرار، حيث إن أداء مثل هذا الشغل يكون عادة مصحوبًا بمستوى عالي للاستقرار لحالة الأعضاء، كما أن ارتفاع كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم تكون قليلة نسبيًا، وتكون عادة أعلى في البداية (الكيلو مترات الأولى) مما في النهاية، ولكن هذه القاعدة أعلى في الزيادة والتناقص لحامض اللبنيك هي قاعدة عامة، ويمكن أن تختل بسبب تاكتيك السباق أكثر من اختلالها في سباقات الركض، ففي سباق الدراجات أي زيادة في السرعة تؤدي إلى هبوط كبير في المستوى العالي لاستقرار حالة الأعضاء، وإذا لم تتوقف زيادة السرعة فستؤدي حينئذ إلى حالة استقرار جديدة، والسبب في ذلك هو أن ثنائي فوسفات الأدنوزين المتجمع في الأعضاء خلال تصعيد السرعة وكذا الكرياتين (وليس فوسفات الكرياتين)، ستسبب تنشيط لعمليات الأكسدة وعمليات الفسفرة المصاحبة لها، الأمر الذي يقود إلى حالة استقرار جديدة أعلى من حالة الاستقرار الأصلية، أما إذا توقف التسريع خلال فترة توتر تصيب الرياضي فيمكن أن تؤدي إلى إزعاج النشاط الوظيفي للنظام العصبي المركزي، الأمر الذي قد يؤدي إلى حصول حالة تليش تقود إلى انخفاض في شدة الإنجاز وهذا يعني بدلاً من التأثيرات الإيجابية ستظهر تأثيرات سلبية، ولكل هذه الأسباب فمستوى الاستقرار يمكن أن يتغير تغيرات كبيرة خلال قطع مسافة السباق.

٢- سباق الدراجات للمسافات الطويلة وفوق الطويلة يؤدي إلى ظهور كمية كبيرة من حامض اللبنيك في إدرار الرياضي المتسابق (وهي أكبر كمية التي تظهر نتيجة سباق الماراثون) كما تزداد أيضًا كمية النواتج الأخرى غير الكاملة الاحتراق.

٣- في حالات تبقى كمية الكلوكوز بالمستوى الطبيعي، ولكن على الأغلب يحصل انخفاض لهذه الكمية قد يكون كبيرًا، الأمر الذي يتطلب تناول المتسابق للمغذيات خلال قطعه مسافة السباق.

٤- وكما هي الحال في كافة الألعاب والتمارين الرياضية التي تحتاج إلى مطاولة كبيرة فإن سباق الدراجات للمسافات الطويلة يكون عادة مصحوبًا باستهلاك كبير للبيدات، كما أن تجهيز الشحوم يكون قويًا لحد ظهور كمية عالية نسبيًا، ومنها في الإدرار (قد تصل إلى ١٧ ملغم ٪).

٥- بجانب ارتفاع استهلاك اللبيدات فسوف يحصل نتيجة لهذه السباقات انخفاض في كمية الفوسفوتيدات في الدم.

٦- كما هو الحال في الماراثون هنا أيضًا يؤدي قطع المسافات الطويلة وفوق الطويلة بالدراجات إلى ارتفاع نسبة المواد الحاوية على النتروجين في الإدرار، وهذا دليل على حصول عمليات هدم للتراكيب البروتينية في جسم الرياضي.

٧- يزداد فقدان الأملاح زيادة كبيرة، حيث تفرز كمية كبيرة من الفوسفات مع الإدرار وكمية كبيرة من الكلوريدات مع العرق، وهذا مما يؤدي إلى انخفاض يسير في كمية الكلوريدات في الدم.

٨- انخفاض الوزن عند متسابقي الدراجات لمثل هذه المسافات هو أقل مما عند الراكضين للمسافات الطويلة.

سباق الدراجات على مراحل:

إن اختيار حالة أعضاء الرياضي عند قطعه لمسافة السباق على مراحل، تعتبر من الأمور الصعبة وخاصة في ظروف السباق، حيث تقطع مسافات تتراوح بين ١٥٠ - ٢٠٠ كلم يوميًا ولعدة أيام متتالية، وأحيانًا بدون انقطاع وربما في ظروف صعوبة فى الطرقات.

ولكن وبصورة عامة إذا اعتبرنا أن التغيرات التي تحصل في كل مرة (مرحلة) هي أشبه بالتغيرات التي تحصل عند قطع المسافات الطويلة وفوق الطويلة لمرحلة واحدة، فيجب الأخذ بنظر الاعتبار بعض الفروق.

إن الحاجة للطاقة عند سباق الدراجات تبلغ معدل ٧٢٪ وتعتمد على السرعة فخلال السرعة ٩ كم في الدقيقة يحتاج اللاعب إلى ٦٢٠ مليلتر من الأوكسجين في الدقيقة و٢,٥٤ سعرة من الطاقة لكل كيلو غرام من وزن الجسم في الساعة الواحدة، وعند السرعة ١٥ كم في الساعة ترتفع الحاجة إلى الأوكسجين إلى ١٠٠٠ مليلتر في الدقيقة وأن الحاجة للطاقة تساوي ٤,٤ سعرة لكل كيلو غرام في الساعة أما إذا كان السباق بسرعة ٢١ كم في الساعة فيحتاج المتسابق للأوكسجين في حدود ١٨٦٠ مليلتر في الدقيقة وإلى ٧,٧ سعرة من الطاقة في الساعة .

إن حمل السباقات يقاس بمقدار المدة التي يستغرقها السباق (٥ إلى ٦ ساعات) إلى جانب السرعة وعدد المرتفعات وطول المسافة وتكتيك المنافسة والإعداد البدني فضلاً عن التغيرات الكيميائية والحاجة للأوكسجين بسبب الدراجة نفسها مثلاً مكان الجلوس وشكل الدراجة وطريقة القيادة، ومن الضروري أن تقوم بإعداد المتسابق لكي يستطيع التكيف مع التفاعلات الكيميائية والطاقة بشكل تدريجي وذلك من خلال تدريبات منتظمة في ظروف مختلفة وبذلك تستطيع وصولاً إلى التكيف على السباقات المهمة والتي تحتاج إلى مجهود كالسباقات التي تستغرق فيها كل مرحلة (٦ ساعات) كسباق السلام بين برلين وواوشو، وقد وجدت بالفحوصات أن الحاجة للطاقة تساوي ٩٨٠ سعرة تقريبًا فضلاً عن علاقة السباق بنوع الطريق والظروف المناخية لذا فخلال هذه السباقات توضع مراكز خاصة لتوزيع بعض المواد الغذائية بشكل سوائل على المتسابقين.

إن راكب الدراجات يجب أن يتميز بطول القامة مع اعتدال في الوزن وأقل نسبة من الشحوم (١١,٦٪) مع تطور عضلات الأطراف السفلي بشكل جيد، كذلك يتميز بصدر عريض وهذا مما يسهل على أجهزة التنفس في عمليات تبديل الغازات.

إن سباقات الطرق العامة يحتاج إلى تبديل الغازات من ٥٠٠٠ - ٥٥٠٠ مليلتر من الأوكسجين أي بمعدل ٧١ - ٧٤ ملتر لكل كيلوغرام في الدقيقة، أن سعة القلب لمثل هذه الفئات اللاعبين يستوعب (١١٥) ملتر تقريبًا، وعند متسابق العدو في الملاعب (٨٠) ملتر أما سرعة القلب فترتفع إلى ١٨٠ نبضة في الدقيقة تقريبًا والتنفس إلى ٦٢ مرة وتبديل الغازات إلى ١٤٨ - ١٥٠ لترًا.

وقد وجد الدكتور *Astrand* في دراسة على أبطال السويد أن الحاجة القصوى للأوكسجين تساوي ٥٢٠٠ ملتر أي بمقدار ٧٥ ملتر لكل كيلو غرام في الدقيقة ويذكر الباحث *Holman* أن الحاجة للأوكسجين عند متسابق الدراجات تساوي ٥٥٠٠ ملتر في الدقيقة وحسب فحوصات *Soulek* على متسابقي الدراجات فجاءت النتائج كالآتي:

العناصر	سباق الطريق العام	سباق داخل الملاعب
العمر	٢٥,٣ سنة	٢٤,٨
الطول	١٧٧,٨ سم	١٧٦,٣
الوزن	٧٤,٨ كغم	٧٢,٨
نسبة الشحوم ٪	١٠,٥٪	٨,٨
سرعة نبضات القلب	٦٨,٧ نبضة	٦٨
الضغط الدموي قبل الدورة	١٢٠,٧٧ مم زئبق	١١٧,٩٥
الضغط الدموي في الدورة الثانية	١٣٥,٣ مم زئبق	١٤٦

ومع ارتفاع الحمل يرتفع الحد الأقصى لنبضات القلب وتبديل الغازات والضغط الدموي، وأشار الدكتور (Neuman ١٩٧٠) أنه خلال السباق بمعدل ٢٨ كم في الساعة في الطريق العام ترتفع سرعة القلب إلى ١٣٧ نبضة في الدقيقة أما السباق بمعدل ٣٥ كم في الساعة فترتفع سرعة القلب إلى ١٥٢ نبضة في الدقيقة ، كما لوحظ أن سرعة القلب ترتفع قبل بداية السباق من ٧٦ إلى ٨٩ نبضة في الدقيقة.

الفصل الثاني

الأنشطة
ذات الحركة غير المتكررة

القفز العالي والرمي (القرص والرمح والثقل)

إن التغيرات التي تحصل نتيجة للقفز العالي أو القفز بالزانة أو رمي الرمح أو القرص أو الثقل عند الرياضيين غير معروفة بشكل واضح لحد الآن.

ولكن يمكن القول أن التغيرات التي تحصل عند ممارسة هذه الألعاب تشبه من ناحية تلك التغيرات التي تحصل عند الركض للمسافات القصيرة ومن الناحية الثانية تشبه التغيرات التي تحصل عند ممارسة ألعاب الجمباز.

رفـع الأثـقـال

الصفة المميزة لهذا النوع من الرياضة هو استخدام الحد الأعلى من القوة لغرض رفع الثقل المطلوب إلى ما فوق الرأس بالأيدي التي تبقى ممدودة إلى الأعلى وعلى الرغم من قصر الإجهاد (قصر فترة الجهد المبذول) هذه، لكنها تكون مصحوبة بانقطاع التنفس من جهة وبإجهاد عنيف من جهة أخرى، الأمر الذي لا يكون في صالح العلاقة بين التنفس والدورة الدموية، ولهذا السبب بالذات يمكن اعتبار تمارين رفع الأثقال (تمارين لاهوائية).

أما أهم خصائص التغيرات التي تحصل نتيجة لأداء مثل هذه التمارين فيمكن تلخيصها فيما يلي:

١- عند رفع الثقل يحصل ارتفاع مهم في كمية حامض البنيك (اللاكتيك) في الدم (٤٠ - ٦٠ ملغم ٪).

٢- وكذلك يحصل عند رفع الثقل نقص كبير في كمية الأوكسجين اللازمة لسد حاجة الأعضاء، يبلغ ٧٠ - ٨٠٪ من هذه الكمية، ولكن هذا النقص يدوم لفترة قصيرة نسبيًا حيث يمكن إعادة تعويضه بفترة ١٠ - ٢٠ دقيقة.



٣- إن ساعات التدريب في رياضة رفع الأثقال هي كما في السابق تتكون عادة من محاولات عديدة، وتبعًا لذلك فإن حجم وشدة التغيرات البايوكيمياوية سيعتمد على عدد هذه المحاولات ومقدار الاستراحة بين محاولة وأخرى، فإذا كانت فترة الاستراحة بين محاولتين، طويلة فيمكن أن تحصل عند كل مرة استعادة للحالة الطبيعية التي كانت عليها الأعضاء قبل أداء التمرين، وبالتالي فستكون كمية حامض اللبنيك في المحاولة الأخيرة لا تختلف عما كانت عليه في المحاولة الأولى، أي أن كمية حامض اللبنيك في نهاية التدريب لا تكون أعلى من كميته عند بداية التدريب، لا بل يمكن أن تنخفض كمية حامض اللبنيك انخفاضًا كبيرًا في المحاولة الأخيرة بسبب ارتفاع قابلية الجسم التدريجية لأن التفاعلات التأكسدية (أكسدة وحرق حامض اللبنيك) الأمر لا يحصل في المحاولة الأولى.

٤- إذا كان ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم عالياً (ضعفين إلى خمسة أضعاف مما هي عليه في الأصل) فإن هذا يؤدي إلى ارتفاع كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) المفروزة مع اليورين.

٥- كذلك يحصل فقدان كبير لكمية الفوسفات العضوية عند مثل هذه التمارين.

٦- أن درجة التغيرات في أعضاء رافع الأثقال تكون مرتبطة عادة بمقدار الثقل المرفوع ونوع الرفع، فطريقة الرفع بالنتر مثلاً تتطلب طاقة كبيرة تؤدي إلى تغيرات في الأعضاء أكثر مما يحصل عند استخدام طريقة الضغط أو الخطف، ترتفع عادة كمية المواد النيتروجينية غير البروتينية (غير الزلالية) في الدم عند استخدام طريقة الضغط، إضافة إلى ارتفاع كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك).

٧- أن زيادة حامض اللبنيك أو (اللاكتيك) في الدم، عند رفع الأثقال وما شابهها من التمارين يعتمد على حجم الشغل المنجز وليس على مقدار الحركة، فالزيادة تكون كبيرة عندما يكون الإنجاز كبيراً، وعلى هذا فزيادة المواد النيتروجينية غير البروتينية لا تسير بصورة موازية لزيادة حامض اللبنيك، وإنما هي تعتمد على الإجهاد (أو الإرهاق) الذي يبذله الرياضي عند كل محاولة، وهي تكون كبيرة كلما كان الثقل المرفوع كبيرًا وكلما كانت سرعة الشغل بطيئة (سرعة أداء التمرين أو سرعة الرفعة الواحدة).

٨- يمكن أن ترتفع كمية الكلوكوز في الدم، عند رفع الأثقال ارتفاعا كبيرًا (لحد ١٥ ملغم ٪) أو تنخفض أو تبقى غير متبدلة وذلك حسب الظروف والأحوال التي يكون عليها الرياضي، فعند الرياضيين المدربين تدريبًا عاليًا وجيدًا تكاد تبقى كمية الكلوكوز في الدم ثابتة وبدون تغير عند أداء التمارين.

٩- من المتغيرات المهمة التي تحصل عند إجراء تمارين رفع الثقل هو نمو عضلات الرياضي ويكون هذا النمو على أعلى مستوى له إذا كانت الأثقال كبيرة وسرعة أداء التمرين بطيئة.

١٠- أن البطء في سرعة أداء التمارين (زيادة المطاولة في رياضة رفع الأثقال لا يؤدي إلى تطوير إمكانيات التفاعلات التأكسدية الهوائية - على عكس ألعاب الساحة والميدان كالركض مثلاً - وإنما تؤثر سلباً على فعالية عدد كبير من أنزيمات الأكسدة، الأمر الذي يؤدي إلى عدم تطور إمكانيات الطرق الهوائية في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين، وعلى هذا فهي لا تؤدي إلى تحسن في القابلية على المطاولة بل ربما العكس.

١١- عند رفع أثقال قياسية أو عند رفع ثقل لغرض تسجيل رقم (لهذا الوزن أو ذاك) تكون درجة التغيرات على أشدها عند وزن متوسط الثقيل، حيث يكون الإنجاز (عند ممثلي هذا الصنف) لكل كيلو غرام وزن على أكبر ما يكون، أما عند رياضيي الوزن الخفيف فتكون التغيرات على أقلها، إن رفع الأثقال تعتبر من مسابقات الألعاب الأولمبية وأن كل نتيجة تنتهي خلال ١٠ ثوان ، وأن مدة رفعة النتر تستغرق ١,٤ ثانية في الجولة الأولى وفي الثانية ٢,١ ثانية.

إن التدريب المنتظم يكون لدى الرباع نوعًا من التكيف في الحاسة الجلدية لمفاصل أصابع اليدين وفي المناطق المحاطة بمفصل الكتف، كذلك فإن التدريب المنتظم يؤدي إلى رفع التناسق العضلي العصبي، وهذا ما يقوده (حتى خلال الحمل العالي) إلى الدقة في رفع الأثقال وإلى تحقيق أرقام قياسية جديدة، وعند الرباعين تتكامل قدرة الأجهزة الحسية للشعور وملاحظة الإشارات وهذا مؤثر على سرعة القوة للحصول على أكبر شد عضلي في أقصر مدة، وبما أن تطوير القوة المرتبطة مع عدد أكبر من الخلايا الباعثة، ولأجل تعزيز رقم الرباع من الضروري التأكيد على التدريب بالطريقة الأيزومترية، والذي يساعد في عملية التدريب الديناميكي للأثقال مع سرعة رفع الأثقال بطريقة النتر والخطف وخلال تحقيق نتائج كبيرة أو خلال التدريب بحمل عالٍ يرتفع الضغط بشدة على القفص الصدري وعضلات هذه المنطقة فيجتمع الدم في الأوعيةً الدموية الشريانية والوريدية فيتأخر نقله بين الخلايا والقلب والرئتين، وحسب اختبارات الدكتور (Seliger) وجد أن الرباع خلال رفعة النتر يحتاج إلى ٥,٧٠ سعرة من الطاقة، وخلال الخطف إلى ٧,٢ سعرة، بينما يصل قرض الأوكسجين خلال الرفعتين إلى ٨٧,٥٪ وهذا ما يقارب ٩٦٪ أي (١,١٧ لترًا).

إن حجم القلب عند الرباع وحسب أبحاث (Roskamm) يبلغ حوالي ٨٣٧ - ٨٦٩ مللتر والرباعون مع رياضيين آخرين يملكون قدرة عملية أقل للجهاز التنفسي لاستيعاب كميات أكبر من الهواء وتبديل الغازات، وخلال التدريب أو المباراة يرتفع نبضات القلب من ٨٠ - ١٢٢ نبضة في الدقيقة، وبالنسبة لتبديل الغازات من ١٠ لترات إلى ٢٣ لترًا .

الرباعون يملكون قوة قصوى خاصة قوة الانقباض والارتخاء لعضلات الذراعين والجذع والمفاصل، وتذكر المصادر أن سرعة القلب ترتفع بشدة خلال قيام الرباع لتحقيق نتيجة عالية

حيث ترتفع هذه السرعة إلى ١٦٠ - ١٨٠ نبضة في الدقيقة، وأن درجة الضغط الدموي يرتفع إلى ١٦٠ - ١٧٠ مم زئبق العظمي، وإلى ٦٠ مم زئبق الصغرى ويعطي الرباعون التمارين الخاصة بالتنفس مع ملاحظة حصر الهواء في الرئتين لمدة طويلة وتمارين لتكيف القفص الصدري للحمل العالي، ولما كان الرباع لا يتنفس خلال الرفعة أو يتوقف تنفسه لفترة فهذا يحدث عنده نقصاً في وصول الأوكسجين للخلايا، لذا فإن قرض الأوكسجين عند الرباعين يبلغ حداً كبيراً مما يسبب لهم سرعة التعب والإجهاد، وفي التدريب يتم التكيف لمثل هذه الحالات أي التكيف لظروف العمل في غياب الأوكسجين أي الحالة اللاأوكسجينية.

الفصل الثالث

الأنشطة
متنوعة الحركات

الألعاب المنظمة

المقصود هنا ألعاب مثل كرة القدم وكرة السلة والكرة الطائرة وكرة اليد وما شابهها من الألعاب، وهي تصنف عادة ضمن تمارين المجموعة الثانية، وهذه الألعاب تتميز عادة بتغيرات مستمرة لحجم وقيمة الإنجاز والجهد المبذول، حيث يمكن أن يجري أثناء أدائها مختلف الفعاليات كالركض بمختلف أنواع الشدة أو القفز أو الضرب (ضرب الكرة مثلاً) وهذه الفعاليات تختلف اختلافًا متباينًا وعلى طول فترة إجراء اللعبة، من حيث شدتها وبالتالي حجم الجهد الذي ينجم عنها.

خذ مثلاً لاعب كرة القدم حيث أنه يركض خلال اللعبة في المعدل ١٠ - ١٥ كلم وهذا الركض مختلف هو الآخر، فمنه ما يكون مصحوبًا بإجهاد متوسط ومنه ما يكون مصحوبًا بإجهاد عنيف ... وإلخ، إضافة إلى ذلك فإن هذا النشاط العضلي العالي يجري تحت ظروف دائمة التغير ومصحوبة بانفعالات متزايدة عند الرياضي.

ويمكن تلخيص الصفات والتغيرات التي تحصل عند إجراء هذه الألعاب بما يلي:

١- بسبب التهيج الانفعالي العالي عند اللاعب قبل بدء السباق تحصل تغيرات كبيرة في عمليات الأيض (الميتابوليزم) في فترة قبل الشروع، وكذلك تحصل تغيرات كبيرة في أعضاء الرياضي حيث تصل كمية الكلوكوز في الدم إلى ١٧٠ - ٢٠٠ ملغم ٪ بينما ترتفع كمية حامض اللبنيك إلى ٥٠٪ أو أكثر عن مستواها الأصلي، إن هذه التغيرات تحصل بصورة خاصة في فترة ماقبل الشروع في مثل هذه الألعاب (القدم والطائرة والسلة وما شابهها) وهي تعتبر تغيرات من الدرجة الأولى قياساً بالألعاب التي ذكرناها سابقاً.



٢- خلال سير اللعب يحصل تجهيز كبير للأعضاء بالكاربوهيدرات كما يزداد استهلاك كلوكوز العضلات والقلب، والنظام العصبي ازديادًا مهمًا.

٣- يكون ارتفاع حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم، عند أداء مثل هذه الألعاب مختلف اختلافًا كبيرًا، فهو قد يكون من ٣٥ - ٥٠ ملغم ٪ أو قد يقفز إلى ١٢٠ - ١٥٠ ملغم ٪ حسب شدة اللعب ودرجة مستوى تدريب اللاعب.

٤- أما إفراز حامض اللبنيك مع العرق والإدرار فيرتفع هو الآخر ارتفاعاً ملحوظاً الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حامضية البول.

٥- إن مثل هذه الألعاب تؤدي إلى حصول تغيرات في أيض (ميتابوليزم البروتين أيضاً، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع نسبة اليوريا وحامض البوريك.

٦- إن حجم ودرجة التبدلات يختلف باختلاف هذه الألعاب فهو على أشده في لعبة كرة القدم ولعبة كرة اليد وكرة السلة والكرة الطائرة وكرة القدم تبرز هذه التغيرات على أشدها عند لاعبي الهجوم، يلي ذلك الأشباه ثم المدافعين وأخيرًا حامي الهدف.

٧- كذلك يكون مقدار الماء وبالتالي نقص الوزن المترتب على هذا الفقدان، تكون على أشدها في لعبة كرة القدم واليد، ويكون على أدناه في لعبة كرة الطائرة.

٨- إن هذه الشدة في التغيرات تحصل بصورة خاصة عند ظروف السباقات، أما عند ظروف التدريب فتكون شدة التغيرات أقل وأضعف.

كرة القدم

إن كرة القدم الحديثة صعبة من حيث الإعداد الفسلجي وأنها تؤدي إلى زيادة الحمل القصوي، وإلى جانب ضمان العمل مع الأوكسجين بشكل جيد يحتاج اللاعب أيضاً إلى ضمان إعداد الأجهزة للعمل بدون الأوكسجين وبشكل جيد.

إن التدريب المنتظم يؤدي إلى تطوير نظام أجهزة الدورة الدموية والجهاز التنفسي وخاصة بالنسبة لعمل القلب والأوعية الدموية وكذلك بالنسبة لعمل الرئتين.

إن لاعب فرق الدرجة الأولى يحتاج إلى صرف كميات أكبر من الطاقة تصل من ١٤,٦ إلى ١٥,٦ سعرة في الدقيقة الواحدة، وأن حجم القلب عنده يصل إلى ٩٢٠ ملغم (وخلال المباريات تصل سرعة نبضات القلب إلى (١٣٧ - ١٧٢) نبضة في الدقيقة ودرجة الضغط الدموي العظمى إلى ١٥٠ - ١٨٠ والصغرى ٦٠ - ٨٠ وأن تبادل الغازات تصل إلى (٧٦ - ٨٩) لترًا في الدقيقة، والحاجة للأوكسجين ترتفع إلى ٢٦٠٠ - ٤٣٠٠ ملتر في الدقيقة، وأن قرض الأوكسجين يصل إلى ٥,٩ لترًا في الدقيقة وفي مباراة كرة القدم

يحتاج اللاعب إلى ٨٠٠ - ١٥٠٠ سعرة من الطاقة، إن تطبيق الأساليب والطرق المركبة في الألعاب الفرقية يقود إلى تكييف وانسجام جيد بين اللاعبين كذلك يطور عندهم قدرة التفكير الخططى في المسائل المعقدة وإلى كيفية اختيار الطرق والوسائل الكفيلة والمناسبة للخروج من الحالات المعقدة بنجاح.

ويتكون العمل الشعوري باشتراك المراكز العليا للجهاز العصبي المركزي في هذه العمليات المعقدة، لأن اللاعب يتحمل غالبًا الوظائف التكتيكية المعقدة خلال هذه الظروف.

إن العمليات المعقدة تتطلب من الأجهزة والأعضاء التكيف العالي لوظائف الجهاز العصبي والهرمونات، وذلك لأجل الوصول إلى نتائج أفضل (القمة في الإنتاج الرياضي) لذا من الضروري أن يعتمد التدريب جانبًا من الإعداد المستقل وكذلك الإعداد الجماعي لكي يحصل الفرد على مستوى جيد من التكيف للوصول إلى الأهداف المطلوبة، ونظرًا لطول فترة الإعداد العام يجب أن نهتم بالإعداد الرياضي الخاص إعدادًا جيدًا لكي يكون ذا قدرة لتحمل ثقل المنافسات لأطول مدة، وكذلك المحافظة على الفورم (المستوى الرياضي) طيلة فترة المنافسات.

في كرة القدم يختلف المستوى الوظيفي باختلاف مكان وموقع اللاعب في الساحة، ومن الجدير بالذكر أن حامي الهدف يصيبه أقل حمل وتلعب التلبية السريعة دورًا مهمًا فضلاً عن قوة الأطراف العليا والمرونة، إن أكثر المواقع شدة على الأجهزة والأعضاء في خط الوسط والهجوم، كذلك فإن لنظام وخطط اللعب ومستوى فريق الخصم تأثيرًا كبيرًا، وللمحافظة على المستوى الجيد في كرة القدم نحتاج إلى عمل منتظم ابتداءً باختيار المواهب الجيدة من الشباب وصولاً إلى المتقدمين والمستويات العالية.. بالإضافة إلى استعمال الوسائل والطرق العلمية التربوية فإن العمل التدريبي هنا يحتاج إلى التعاون الكامل مع الطبيب المختص.

وفي كرة القدم للسيدات من الضروري المحافظة على الإعداد الفردي المستقل لكل لاعبة إلى جانب إعداد الفريق ككل، فضلا عن الالتزام بجميع القواعد والتعليمات الخاصة بالتدريب والمنافسات.

الكرة الطائرة:

إن حجم القلب عند لاعب الكرة الطائرة يساوي ٩٧٠ ملغم تقريبًا، أما الحاجة للأوكسجين فتصل إلى ٤٥٠٠ ملتر في الدقيقة الواحدة، أما بالنسبة للحجم العملي فتقريبًا يتساوى بالمقارنة مع لاعبي الألعاب الفرقية الأخرى والحاجة للطاقة تساوي ٣,٥ سعرة في الدقيقة الواحدة، وخلال المباراة ترتفع نبضات القلب من ١١٠ إلى ١٥٥ نبضة في الدقيقة، ويصل تبديل الغازات إلى ٤٨ لترًا في الدقيقة أما الحاجة للأوكسجين فتساوي ٢١,٣ ملتر لكل كغم واحد.



كرة اليد

إن حجم قلب لاعب كرة اليد يصل إلى حدود ٩٨٠ ملغم تقريبًا، وأن أقصى حد للحاجة إلى الأوكسجين تساوي ٣٨٠٠ ملتر، أما الحاجة للطاقة فتبلغ ١١ سعرة في الدقيقة الواحدة، وأن القرض للأوكسجين يصل إلى ٩,٨ لترًا، وخلال المباراة تتصاعد سرعة القلب إلى حوالي ١٨٠ في الدقيقة الواحدة.

إن درجة الضغط الدموي الكبرى يصل إلى ١٥٠ - ٢٠٠ ملم زئبق والصغرى إلى (٦٠ - ٩٠ مم زئبق).

كرة السلة

إن لاعبي كرة السلة يختلفون عن باقي اللاعبين في الألعاب الأخرى، خاصة بالنسبة للنمو البدني (الطول) والحاجة إلى الأوكسجين.

إن قلب لاعب كرة السلة يصل في القدرة الوظيفية لاستيعاب الدم بمعدل ١,٦٠ مليلتر، أما بالنسبة للأجهزة والأعضاء الأخرى فإنها لا تختلف في قدرة وظيفتها بالمقارنة مع أجهزة وأعضاء لاعبي الألعاب الفرقية الأخرى.

إن لاعب كرة السلة يحتاج إلى ١٦,٢ سعرة من الطاقة في الدقيقة الواحدة وحتى في كرة السلة يؤخذ بالبرامج وطرق الإعداد حسب التصنيف والدرجات والعمر والجنس والإدراك للعب ومستوى اللياقة، وخلال التدريب والمباراة تصل سرعة نبضات القلب من (١٧٠ إلى ١٨٠) نبضة في الدقيقة، ويرتفع درجة الضغط الدموي الكبرى إلى ١٨٠ - ٢٠٠ مم زئبق والصغرى ٦٠ - ٩٠ مم زئبق، وأن الحاجة للأوكسجين يصل إلى حوالي ٣٠٠٠ ملتر في الدقيقة (أي بمقدار ٤٠,٤ ملتر) لكل كيلو غرام واحد من وزن الجسم، أما مقدار تبادل الغازات فتصل إلى ٧٤ لترًا وقرض (الدين الأوكسجيني يصل إلى ٦,٨ لترًا).

التنس

يمتاز لاعب كرة التنس بطول القامة، ويبلغ حجم القلب عند المتخصصين بكرة التنس إلى حوالي ٨٨٠ سم^3 وأن أقصى حاجة للأوكسجين تصل إلى حوالي ٣٨٨٠ ملتر في الدقيقة الواحدة أما نبضات القلب فتصل كأقصى حد إلى ١٨٣ نبضة في الدقيقة أما الضغط الدموي فيرتفع إلى ١٩٤ ملم زئبق (الكبرى) و ٦٨ مم زئبق (الصغرى).

الحاجة للطاقة عند لاعبي التنس تساوي ٧,١ سعرة في الدقيقة الواحدة، وفي شوط واحد ترتفع الحاجة للطاقة إلى ٦٠٠ سعرة في الدقيقة، أما في المباراة ككل فيحتاج إلى ٣٠٠٠ سعرة، وخلال المباراة ترتفع نبضات القلب إلى ١٣٠ - ١٨٠ نبضة في الدقيقة.

كرة المنضدة

إن لاعبي كرة المنضدة يمتازون بطول القامة تقريبًا ونظرًا لانخفاض حمل اللعبة على الأعضاء والأجهزة فإن الشباب يستطيعون الوصول إلى القمة في أعمار مبكرة، وخلال الحد الأقصى للحمل ترتفع سرعة القلب إلى ١٨٦ نبضة في الدقيقة ودرجة الضغط الدموي إلى حوالي (٥٠ مم زئبق الصغرى، و ١٩٦ زئبق الكبرى).

إن الحاجة القصوى للأوكسجين تصل إلى ٣٨٠٠ لترًا (أى ٥٩ ملتر للكيلوجرام الواحد في الدقيقة ويصرف الجسم من الطاقة حوالي ٤,٦ - ٥,٣ سعرة في الدقيقة الواحدة.

وخلال المباراة حيث تصل سرعة القلب إلى حوالي ١٣٠ نبضة في الدقيقة، وأن تبديل الغازات تصل إلى ٢٠ - ٣٢ لترًا ويحتاج الجسم للأوكسجين ٢٥٠ ملتر في الدقيقة (وهذا يقارب ١٨,٤ ملتر لكل واحد كغم من وزن الجسم)، وقد أظهرت نتائج الدراسات أن لاعب كرة المنضدة خلال ١٠ دقائق الأولى من المباراة يصرف ما يقارب ٥٣,٤ سعرة من الطاقة ويعمل في نفس الوقت بقرض الأوكسجين إلى حدود ١,٦ لتر.

الجدول رقم (١١)

يوضح المؤهلات الوظيفية لرياضيى المستويات العليا فى الألعاب الفرقية

العناصر الجسدية الفسلجية	كرة القدم	السلة	الطائرة	ركبي	كرة يد	الهوكي على الجليد	التنس	المنضدة
العمر (سنة)	٢٢	٢٢	٢٤	٢٣	٢٤	٢٤	٢٥	٢٠
الطول (سم)	١٧٧	١٨٨	١٧٩	١٧٧	١٨٠	١٧٩	١٧٩	١٧٧
الوزن (كغم)	٧٦	٨٢	٨٠	٧٨	٧٨	٨٥	٧٤	٧٠
نسبة الشحوم ٪	١٣	١١	١٣	١٣	١٢	١٤	١٢	١٤
سعة الرئتين (لتر)	٥٦٠٠	٥١٠٠	٥٢٠٠	٤٨٠٠	٥٤٠٠	٤٥٠٠	٤٧٠٠	٤٢٠٠
سعة القلب (لتر)	٩٦٠	١٠٦٠	٩٦٥	٨٨٠	٩٨٠	٨٥٦	٨٨٠	٨٦٠
عمل القلب قبل التدريب (نبضة)	٦٦	٦٧	٦٨	٧٢	٧٠	٦٦	٦١	٧١
عمل القلب خلال التدريب (نبضة)	١٧٨	١٨٣	١٩٠	١٨٦	١٨٦	١٨١	١٩٦	١٩٥
الدين للاوكسجين لتر	٦	٧	٨	٧	١٠	٦	٧	٣
الحاجة للطاقة في الدقيقة	١٥	١٦	٦	٨	١١	–	٧	٥

الفصل الرابع

الأنشطة

ذات القياسات الاعتيادية

الجمناستك والجمباز

هنا أيضاً تختلف التغيرات من تمرين لآخر، حسب الإنجاز والمطاولة (المدة الزمنية التي يستغرقها التمرين)، فمثلاً القفز على الحصان حيث يتميز هذا التمرين بإنجاز وإجهاد كبير ولكن لفترة قصيرة، بينما تمارين العارضة وتمارين عارضة التوازن تستغرق زمنًا أطول، ولكن إنجازها والجهد المبذول لتحقيق الإنجاز يكون قليلاً ولكل منها ميزات وخواص مشتركة سنحاول تلخيصها فيما يتعلق بألعاب الجمباز بما يلي:

- كل التغيرات في الدم، والتي تحصل نتيجة لتمارين الجمباز تكون مرتبطة ارتباطًا وثيقًا بالتأثيرات العصبية، وخاصة التأثيرات السحائية (الكورتكالية) .

- إن إجراء التمارين العنيفة والتي تستغرق زمنًا قصيرًا، كما في تمارين القفز على الحصان فيتم عادة بإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين بطرق لاهوائية وميكانيزم الجزء الأكبر هو على حساب فوسفات الكرياتين، أما عند إجراء تمارين النوع، كتمارين العارضة وعارضة التوازن والتي تمتاز بمطاولة نسبية عادة، فيتغلب الطريق الهوائي التأكسدي في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين على الأغلب، ولكن في كثير من الحالات يكون طريق التحلل الكلايكولي طريق مهم في التفاعلات، الأمر الذي ينتج عنه ارتفاع في كمية حامض اللبنيك (اللاكتات) في الدم.

- بصورة عامة يكون النقص النسبي في كمية الأوكسجين اللازمة قليلاً لكل تمرين من التمارين ويمكن تعويضه بسهولة وسرعة.

- في ظروف التدريب أو السباق تتخلل فترات أداء هذه التمارين فترات استراحة طويلة، الأمر الذي يجعل أداء التمرين لأول مرة عامل تهيئة واستعداد لأدائه في المرة الثانية، وهكذا



فكل أداء يكون لصالح الأداء المقابل مما يقود إلى التقوية التدريجية لعمليات الأكسدة الهوائية على حساب العمليات اللاهوائية.

- أما عند انتهاء التدريب أو السباق فيعقبه تغيرات مختلفة في الدم، فكمية السكر في الدم (مستوى السكر أو الكلوكوز في الدم) يمكن أن ترتفع، ولكن هنالك احتمال انخفاض هذه النسبة بسهولة أيضاً، كذلك كمية اللاكتات في الدم تتصاعد خلال التدريب أو السباق تدريجيًا حتى تصل حد أعلى (٥٠ إلى ٧٠ ملغم ٪) ثم تنخفض حتى تصل إلى المستوى الطبيعي الأصلي الذي كانت عليه قبل إجراء التمرين.
- أما كمية الفوسفولبيدات فيكون تغيرها بشكل غير منتظم.
- نظرًا لأن تمارين الجمباز تتطلب قوى كبيرة، كتلك القوى اللازمة للتدريب على رفع الأثقال فإن أداءها يقود إلى ارتفاع نسبة كمية المركبات النتروجينية غير البروتينية في الدم.
- إن لاعبي الجمباز، مقارنة بممثلي الألعاب الأخرى، هم أقل قابلية على المطاولة وخاصة في تمارين مثل ألعاب الساحة والميدان وما شابهها، لذلك ينبغي أن يأخذ تدريب لاعبي الجمباز اتجاهات مختلفة عدا تمارين الجمباز، لغرض تقوية استعداده للمطاولة العامة النوعية، أما الألعاب الفنية فهي تختلف عن تمارين الجمباز بأن الإنجاز يكون أكبر عند أدائها وتحتاج إلى اتزانٍ عالٍ للانفعالات، كما أنها تحتاج إلى قوى أقل مما تحتاجه تمارين الجمباز.

وعند ممارسة ألعاب الجمناستيك يحصل ارتفاع بصورة عامة لحامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم كما أن ارتفاع الفضلات النيتروجينية أي المركبات النيتروجينية غير البروتينية يكون أقل مما في تمارين الجمباز الفنى.

ولكن بصورة عامة فالفروق بين هذين النوعين من الرياضة ليس كبيرًا والتغيرات تمتاز بأنها منتظمة بشكل عام.

إن تأثير الجمناستيك على وظائف الأجهزة الداخلية بالمقارنة مع الألعاب الرياضية الأخرى يحتل مكانة أقل، فعمليات تبديل الغازات في الرئتين خلال الجمناستيك يزداد من ٢٠ إلى ٦٠ لترًا في الدقيقة الواحدة أما الحاجة إلى الأوكسجين خلال الفعاليات المختلفة فتصل إلى ٩,٦ ملتر كأعلى حد بينما أقل حد للأوكسجين ٤١٠ ملتر خلال التمرينات السهلة، وبعد الانتهاء من التدريب يحتاج الجسم مباشرة إلى ٤٩٥ - ٨٥٣ ملترًا من الأوكسجين، وخلال الجمناستيك ترتفع سرعة نبضات القلب من ١٤٠ - ١٧٠ نبضة في الدقيقة.

والتدريب المنتظم على الجمناستيك يؤدي إلى تطورات كبيرة وعميقة لوظائف كافة الأجهزة والأعضاء.

الفصل الخامس

أنشطة المنازلات الفردية

الملاكمـــة

إن نزالات الملاكمة تشبه نزالات المصارعة من حيث اختلاف التغيرات البايوكيمياوية في أعضاء الرياضي المصاحبة لها (أي النزالات)، كما أن هذه التغيرات تختلف عند المصارع باختلاف المسكات وديناميكيتها، فهي تختلف عند الملاكم باختلاف الضربات وديناميكيتها أيضاً، كما تختلف باختلاف سرعة الحركة وتاكتيك الملاكم وحالته النفسية، وأخيرًا وليس آخر تختلف لحد ما باختلاف الأوزان أيضاً لكل هذه الأسباب، فيصبح من العسير إعطاء خاصيات متميزة للتغيرات البايوكيمياوية التي تحصل في الأعضاء نتيجة للملاكمة.

في جولات الملاكمة عادة تستخدم الكاربوهيدرات كمصدر رئيسي لتحويل الطاقة حيث أن العمليات المتأكسدة بالطرق الهوائية تزداد تدريجيًا بعد الجولات الثلاث الأولى، كما تستخدم اللبيدات بدرجة أقل وبسبب عدم كفاية فترات الاستراحة، بين جولة وأخرى، لإستعادة الحالة الطبيعية للأعضاء، فسنلاحظ ارتفاع في كمية حامض اللبنيك (اللاكتات) في دم الملاكم من جولة إلى أخرى كما أن نقص الأوكسجين قد يصل إلى ٣٠٪ من كمية الأوكسجين الكلية اللازمة.

كما أنه من المفيد أن نذكر هنا أن التدريب على الملاكمة (كالتدريب على أكياس الرمل أو على الشخوص أو ما شابه ذلك من التمارين) يتطلب إجهادًا أقل من ذلك الذي يصرف عند النزالات الحية، إن قلب الملاكم له نفس مميزات قلب العداء للمسافات القصيرة ويشبهه وخلال المباراة يتغير رد الفعل الوظيفي لأجهزة الدورة الدموية، ففي الجولة الأولى

ترتفع سرعة القلب إلى ١٧٠ نبضة في الدقيقة الواحدة، بينما في نهاية فترة الراحة الأولى تصل إلى ١٤٤ نبضة، وفي الجولة الثانية ترتفع إلى ١٨٠ نبضة في الدقيقة، وفي نهاية فترة الراحة الثانية تهبط إلى ١٤٤ نبضة، وفي الجولة الثالثة تصل إلى ٢٠٠ – ٢٠٤ نبضة في الدقيقة، وبعد ٣ دقائق من الراحة تنخفض إلى ١٦٨ نبضة في الدقيقة، إن سرعة القلب لا تصل لحالة الهدوء إلا بعد ٢٠ دقيقة من انتهاء المباراة.

إن درجة الضغط الدموي الكبرى يصل إلى ١٨٠ – ٢٠٠ ملم زئبق بينما درجة الضغط الدموي الصغرى تصل إلى حدود ٥٠ – ٩٠ مم زئبق، ولوحظ أن القلب يرجع للعمل الطبيعي بعد الانتهاء من المباراة بـ (٢٠ دقيقة)، وأن ارتفاع نبضات القلب الدموي هو من أعراض غياب أو نقص الإعداد المنتظم وخلال رفع الحمل تزداد سرعة القلب إلى ١٢٦ – ١٦٤ نبضة في الدقيقة ودرجة الضغط الدموي الكبرى إلى ١٨٨ ملم زئبق، والصغرى إلى ٤٧ مم زئبق، وأن الحاجة للأوكسجين لكل كيلو غرام من وزن الجسم تساوي ٥٤,٥ ملتر في الدقيقة الواحدة بينما يصل قرض (دين) الأوكسجين ٨ لترات خلال المباراة.

إن المميزات الجسمية للملاكمين تتأثر بالوزن بالإضافة إلى أن النتيجة تقررها القوة والسرعة ومستوى اللياقة العامة، إن معدل أعمار الملاكمين ٢٢,٥ سنة تقريبًا وأن معدل الطول ١٧٨,٤ سم والوزن ٧٦,٥ كغم ومقدار الشحوم ١٢,١ كغم.

وهناك دراسات أخرى اكتشفت أن رياضيي الألعاب الثقيلة يكون مقدار السوائل في أجسامهم بمعدل أقل بالمقارنة مع الرياضيين في الألعاب الأخرى، ويقابل ذلك كتلة عضلية أكبر مع قلة الشحوم، إن التغيرات في الطاقة تعتمد على عدد الجولات ومدتها، وكذلك بالنسبة لمدة الراحة في إحدى الدراسات توصلت إلى نتيجة أن الملاكم يحتاج في الجولة الواحدة إلى ١,٤٨ سعرة في الدقيقة الواحدة، وإذا استمر في المباراة حتى النهاية فإنه يحتاج إلى كميات كبيرة من السعرات وأن قرض الأوكسجين يساوي ٣٦٪ بالنسبة لحاجة الجسم أما الحاجة للأوكسجين فتصل إلى معدل ٢٥٠٠ – ٣٦٠٠ ملتر في الدقيقة وترتفع هذه الحاجة بشكل تصاعدي فتصل إلى أقصاها في نهاية الجولة الثالثة وهذا يعني أن الملاكم يحتاج إلى نشاط وظيفي مستمر حتى نهاية المباراة.

المصارعـة

تتميز المصارعة – عند ممارستها – بحصول أقصى حد من التوتر لمجاميع مختلفة من العضلات، وتكون مرتبطة عادة بالمحاولة على قهر مقاومة الخصم خلال ١٠ – ١٥ أو عشرين دقيقة، وتعتبر المصارعة مثال جيد لتمارين المجموعة الثانية التي تتميز بعدم إعادة نفس الطور من الحركة عند أدائها، كما أن تمارين المصارعة تمتاز عند أدائها باختلاف العلاقة بين العمليات الهوائية واللاهوائية المستمر.

وبما أن التغيرات في جسم المصارع تختلف باختلاف المسكات وديناميكيتها فيصبح من الصعوبة بمكان إعطاء خاصيات متميزة للتغيرات البايوكيمياوية في أعضاء الرياضي والتي تحصل نتيجة للمصارعة، ولكن من المتغيرات البارزة والتي تحصل في جسم المصارع نتيجة للمصارعة هو ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم، حيث تصل كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) في نهاية النزال لحد ٤٠ – ١٠٠ ملغم ٪ كذلك وبالارتباط مع الحالة النفسية وشكل الانفعالات فإن نسبة السكر (الكلوكوز) في الدم تزداد هي الأخرى وقد تصل لحد ١٥٠ –١٨٠ ملغم ٪، كما تظهر كمية من الفوسفات مع البول بعد النزالات وعلى الأغلب يظهر زلال وأحيانًا حامض اللبنيك مع البول نتيجة لنزالات المصارعة، وأن هذه التغيرات تكون على أوضح ما يكون عند رياضي الأوزان الثقيلة، كذلك فقدان الوزن يكون أكبر عند مصارعي الأوزان المنخفضة عند أدائهم للنزالات.

إن حجم القلب عند المصارعين يبلغ معدل ٨٣٦ مم، وعند المختصين بالمصارعة الحرة يساوي ٩٦٦ مم، أما سرعة القلب فترتفع من ٦٠ إلى ٧٠ نبضة في الدقيقة في حالة الهدوء وإلى ١٥٠ – ١٧٠ في الدقيقة خلال التدريب والمباراة وعند المختصين بالمصارعة الحرة إلى ١٧٠ – ١٩٠ نبضة في الدقيقة أما درجة الضغط الدموي فترتفع إلى ٢٠٠ ملم زئبق الكبرى و٦٠ ملم زئبق الصغرى، وخلال المباراة يتنفس المصارع بشكل منتظم أما خلال الحمل الشديد والمحافظة على المسكات فإنه يتوقف عن التنفس عدة ثوانٍ، بعد ذلك يأخذ عدة مرات شهيقًا بشكل سريع فيما تزداد نسبة الغازات في الرئتين.

إن حجم تبادل الغازات عند المصارع المختص بالطريقة الرومانية يساوي معدل ٤٦٠٠ – ٤٨٨٠ ملتر عند المصارعين، ويضاف إليهم الملاكمون والرباعون وعدائو المسافات القصيرة ولاعبو كرة المنضدة الذين ينتمون إلى فئة أقل كفاءة وقدرة في حجم تبادل الغازات، أما الحاجة إلى الأوكسجين حسب الدراسات التي توصل إليها (Astrand) يساوي ٤٦٠٠ ملتر في الدقيقة، وفي مباراة المصارعة وكما هو معروف يجري السباق على أساس الأوزان، لذا تصادفنا مسألة كبيرة هي كيفية المحافظة



على الوزن أو الإقلال منه وحسب نتائج (*Henson*)، يستعمل إلى جانب الحمل العالي التقليل من كميات أخذ الطاقة عن طريق التقليل من كميات الطعام والالتزام برجيم والتعرق ومن الضروري الأخذ بعين الاعتبار أن لا يصاب المصارع بنقص الفيتامينات وخاصة فيتامين (*B*) وخلال تخفيف الوزن يجب أن يكون المصارع تحت مراقبة الأطباء، وذلك للابتعاد عن الوقوع في مرض نقص الفيتامينات وبالتالي المحافظة على حالة اللياقة والنتيجة العالية للقدرة الوظيفية.

المبــارزة

يعمل ارتفاع كمية حامض اللبنيك في دم المبارز لحد ١٥٠ ملغم ٪ عند أداء اللعبة بينما لا يحصل تغير ملحوظ في كمية السكر (الكلوكوز) في الدم، وبسبب فترة الاستراحة بين نزال وآخر في المبارزة فتزداد هنا أيضًا - كما في الملاكمة - كمية حامض اللبنيك (اللاكتات) من نزال لآخر، كما أن كل نزال مقبل يبدأ والأعضاء لم تحقق بعد استعادة كاملة للمستوى الأصلي الذي كانت عليه في الأصل، أما نقص كمية الأوكسجين النسبية فتتراوح من ١٠ - ٢٠٪ من كمية الأوكسجين الكلية اللازمة فقط، وهذا النقص محسوب تحت ظروف التدريب، وبالطبع فهو يزداد عند ظروف السباق، ولكن ليس إلى الحد الذي يعيق أو يؤخر التفاعلات التأكسدية الهوائية.

إن المبارزة تعتبر من الألعاب الثقيلة على الأجهزة والأعضاء، سيما على الأعصاب وعلى الناحية النفسية خاصة الجانب الشعوري والحسي والعاطفي للاعب خلال التدريب والمنافسات.

وقد أجرى السيد (*J.Rous*) بحثًا على ١١ لاعباً من أبطال المبارزة وفي عمر ٢٧,٥ سنة وكان معدل أطوالهم ١٧٧,٦ سم وأوزانهم ٨٠ كغم ونسبة الشحوم في أجسامهم (١٥,٥٪) فوجد أن سعة القلب عند هؤلاء الرياضيين تبلغ حوالي ٧٨٢ ملم وأن الحاجة إلى الطاقة خلال هذه المسابقة تبلغ ٨,٦٩ سعرة لكل كيلو غرام واحد من وزن الجسم.

وهذا يعني أن المبارزين الذين يبلغ أوزانهم ٧٠ كغم يحتاجون من الطاقة إلى حوالي (٥٥٠ - ٦٠٠ سعرة) لكل كيلو غرام في الساعة والذين يبلغ معدل أوزانهم ٨٠ كغم ترتفع الحاجة إلى الطاقة من (٦٦٠ - ٧٠٠ سعرة) في الساعة، وقد وجد أيضاً أن الأجهزة الداخلية تعاني من حمل ومجهود خلال المبارزة (سواء أثناء التدريبات أو المنافسات) وفي بحث آخر للسيد (*J. Keul*)، والذي أجراه في إحدى البطولات في المبارزة اكتشف أن اللاعب الذي يتميز بقدرة المطاولة والمثابرة هو النوع الجيد الذي يصلح لهذه اللعبة، وقد

لاحظ أيضًا أن سرعة القلب ترتفع خلال المباراة وبشكل تدريجي إلى حوالي ١٩٠ نبضة في الدقيقة الواحدة، وكذلك فإن العمليات الكيميائية ترتفع داخل الخلايا وأن الحاجة للأوكسجين تزداد إلى حوالي ٤٢٠٠ ملتر، وأن أقصى حاجة من الأوكسجين ولكل كيلو غرام من وزن الجسم تساوي ٦٠ ملتر في الدقيقة الواحدة، وترتفع درجة الضغط الدموي الكبرى إلى ١٨٠ - ٢٠٠ مم زئبق والصغرى إلى ٥٠ - ٧٠ مم زئبق، أما سرعة التنفس فتجري بشكل عميق ومع بعض التغيرات .

الباب الرابع

تحليل الطاقة الحيوية

للرياضيين

٢٧١ ــ ٤١٢

الفصل الأول

عمليات تحليل الطاقة في النشـاط العضـلي

المقدمة

تتداخل العلوم المرتبطة بالتدريب الرياضي كالكيمياء والفسلجة وغيرها عند دراسة الأداء الحركي. وذلك لأن أعضاء الجسم المختلفة عبارة عن وحدة واحدة متكاملة.

حيث يؤدي التدريب الرياضي إلى حدوث تغيرات فسيولوجية وكيميائية داخل الخلية العضلية، لإطلاق الطاقة اللازمة للأداء الرياضي، نتيجة زيادة نشاط أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة في استهلاك الطاقة.

يُعدّ إنتاج الطاقة من أهم الموضوعات العلمية في مجال التدريب الرياضي، نظراً لارتباط الطاقة بأنواع الأنشطة والتدريبات التي يقوم بها الفرد، ويحصل على احتياجه من الطاقة عن طريق المواد الكربوهيدراتية والمواد الدهنية.

وتحتاج مختلف الأنشطة الرياضية للأنشطة بنسب مختلفة حسب شدة ودوام المثير، حيث يتوقف تقدم المستوى الرياضي للفرد على مدى إيجابية التغيرات الكيميائية، ومن مصادر الطاقة بما يحقق التكيف لأجهزة وأعضاء الجسم لكي يواجه التعب الناتج من الجهد البدني.

وتستعمل الطاقة عند قيام الجسم بالعمل سواء أكان عملاً إراديًا أم غير إرادي وهناك علاقة بين مقدار العمل وكمية الحرارة المتولدة داخل الجسم، ***فالطاقة***: هي كمية الحرارة الناتجة من الربط بين الشغل الميكانيكي المنظور وحرارة الجسم نفسه، حيث يمكن حسابها من الكمية الكلية للشغل الناتج والكفاءة المقدرة سلفاً للفرد الرياضي.

وحدات قياس الطاقة :

الجولي ، الكيلو جولي ، الكيلو كالوري أو استهلاك الأوكسجين

١٠ جولي = ١ كم /متر = ١٠ نيوتن/متر

١ كيلو جولي = ١٠٠٠ جولي = ٠,٢٣٤ كيلو كالوري

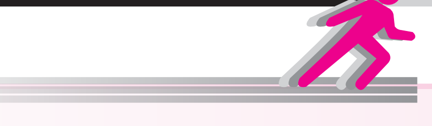
١ لتر من الأوكسجين المستهلك = ٥ كيلو كالوري

مصادر الطاقة
خلال النشاط العضلى

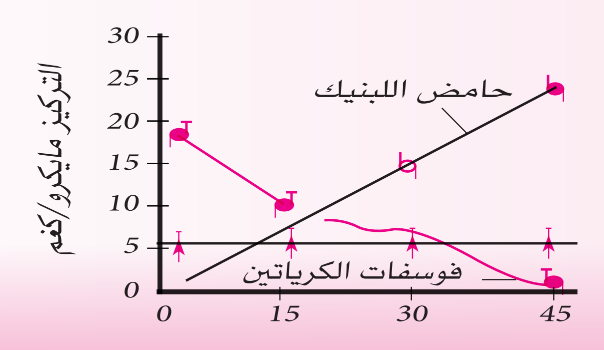
يعد تفاعل انشطار ATP المصدر المباشر للطاقة للنشاط العضلى . وعند التحليل الأنزيمى يحدث تحرر للطاقة المتكونة فى عملية الانقباض العضلى لإنجاز شغل ميكانيكى، وأثناء التحلل المائى لنهايات روابط ATP تتحرر طاقة تتراوح كميتها بين ٣٠ كيلو جول و ٤٦ كيلو جول لكل غرام جزيئى واحد من المادة المتحللة .

وتعتمد كمية الطاقة المتحررة على معيار PH للوسط وتركيز الفوسفات اللاعضوية وكذلك حالة تركيز كل من ADP - ATP فى الخلية، إن الطاقة فى الظروف الفيزيولوجية (الموجودة فى الجسم) لتحلل جزئ واحد عن ATP تساوى كمية مقدارها ٤٠ كيلو جول تقريباً .

يعد تركيز ATP فى العضلات ثابتاً تقريباً ويساوى هذا التركيز حوالى ٥ ملى مول فى كل كغم واحد من وزن العضلات الرطبة (حوالى ٢٥٪) . إن تجميع كمية كبيرة من ATP فى العضلة غير ممكن ، لأنه سينشأ عندئذ اضمحلال ATP العضلين ويمنع تكوين أواصر بين الخيوط الأكتينية والعضلينية فى الليفات العضلية مما يؤدى إلى فقدان الكفاءة الانقباضية للعضلة ، إضافة إلى ذلك فإن تركيز ATP فى العضلة لا يمكن أن ينخفض إلى أقل من ٢ ملى مول لكل كغم واحد من وزن النسيج الرطب ، لأنه عندئذ سيتوقف تأثير المضخة «التكلسية» فى فقاعات SR ، وعندئذ ستنقبض العضلة لغاية النفاذ الكامل لمجمل احتياطى ATP وإن احتياطى ATP فى العضلات عادة ما يكفى لـ ٣ - ٤ تقلصات انفرادية للقوة العظمى ، وكما تظهر الدراسات التى تستخدم الفحص المجهرى للعضلات فى عملية العمل العضلى أنه لم يظهر انخفاض جوهرى لتركيز ATP (الشكل رقم ١) ويفسر ذلك أنه خلال الفعالية العضلية فإن ATP تستعاد من نتائج الانحلال بالسرعة نفسها التى جرت فيها عملية التهشم خلال فعالية الانقباض العضلى ولمعالجة التفاعل المائى لـ ATP فإن النتائج النهائية لانحلال ADP و H_3PO_4 ينبغى أن تحصل على طاقة من الوسط الفعال تساوى تلك الطاقة التى تحررت أثناء انحلال ATP ، لذا فإن اتحاد ATP ينبغى أن يكون مصحوباً بتفاعلات تقويضية (CATABOLIC) تتحرر خلالها كمية كبيرة من الطاقة الكيميائية الكامنة .



الشكل (١) تغير التركيز ATP وفوسفات الكرياتين وحامض اللبنيك في العضلة الهيكلية أثناء العمل



وتتكون خلال هذه التفاعلات مركبات مرحلية تضم مجاميع فسفورية قادرة على اجتيازها مع وجود احتياطى للطاقة من أجل ADP – إن تفاعلات الانتقال هذه تحمل اسم (transphosphoryi) وهى تحفز بواسطة أنزيمات خاصة . إن المركبات التى تستخدم لتحلل ATP إما أن تكون موجودة بصورة دائمة فى الجسم (كفوسفات الكرياتين مثلاً) أو تكون خلال فترة العمل عند التحول التأكسدى لمواد مختلفة يمكن لتحلل ATP أثناء النشاط العضلى ، أن يتحقق خلال فترة التفاعل التى تتم دون وجود الأوكسجين وكذلك من خلال عملية الأكسدة التى تجرى من خلال التحولات فى الخلايا التى ترتبط باستهلاك الأوكسجين. وفى الظروف الاعتيادية فإن تحلل ATP يجرى بصورة أساسية من خلال التحولات الحية الهوائية (ACROBICUS) ولكن عند النشاط العضلى المتوتر حيث يكون إيصال الأوكسجين إلى العضلات عملية تنطوى على صعوبة ، كما تقوى فى الوقت نفسه فى الأنسجة عملية التحلل اللاهوائى (ANAEROBICUS) لـ ATP وتحدد ثلاثة أنواع للعمليات اللاهوائية فى العضلات الهيكلية للإنسان التى يمكن أن يتحلل فيها ATP وهى :

- العملية اللاهوائية اللاأسيدية ، إذ يحدث تحلل ATP بسبب عملية فسفورية بين فوسفات الكرياتين و ADP.
- عملية الميوكينازينة (MYOKINAS) ، وفيها تتم عملية تحلل ATP من خلال عملية فسفورية بجزء معين من ADP.
- تحلل السكر عملية أسيدية لا هوائية إذ يتحلل فيها ATP متزامناً مع التهشم الأنزيمي اللاهوائي للكربوهيدرات، وينتهي بتكون حامض اللبنيك.

ومن أجل التقويم الكمي للعمليات الهوائية واللاهوائية لتحويل الطاقة أثناء النشاط العضلي تستخدم معايير أساسية :

- معيار القدرة ، الذي يعكس سرعة تحول الطاقة في هذه العملية.
- معيار الحجم ، الذي يعكس الاحتياطي الإجمالي لمواد الطاقة أو كمية الطاقة المتحررة والعمل المنجز.
- معيار الفعالية ، الذي يبين العلاقة بين الطاقة التي تصرف لتحلل ATP والكمية الإجمالية للطاقة التي تحرر خلال هذه العملية.

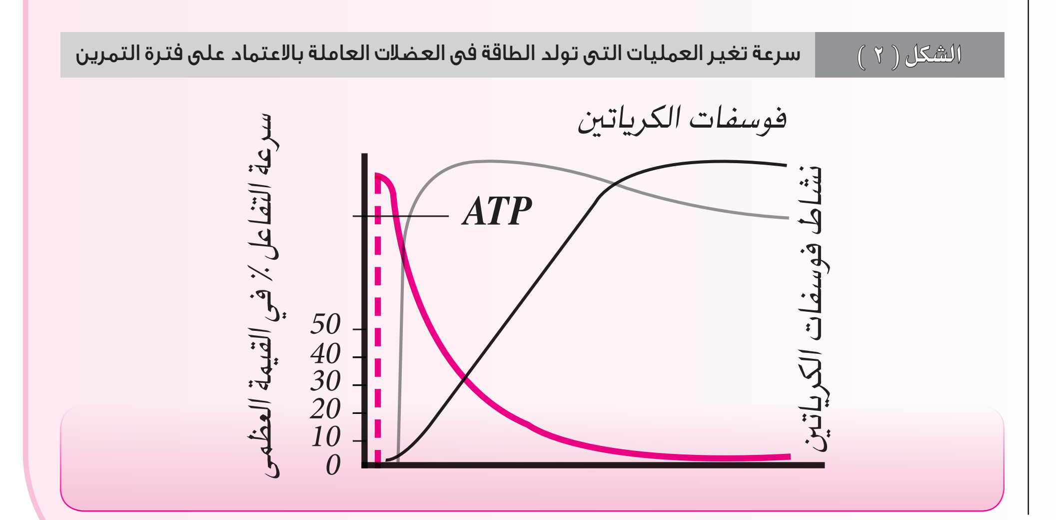
إن العمليات الهوائية واللاهوائية في تحويل الطاقة، تتميز بصورة ملحوظة في القدرة والحجم والكفاءة وبموجب هذه المعايير تمتلك العمليات اللاهوائية أرجحية عند تنفيذ تمارين قصيرة متكررة ذات تحمل عالٍ، أما الهوائية فلها الأرجحية عند العمل الطويل بشدة معتدلة.

انحلال ATP والتفاعل الفسفوري الكرياتيني:

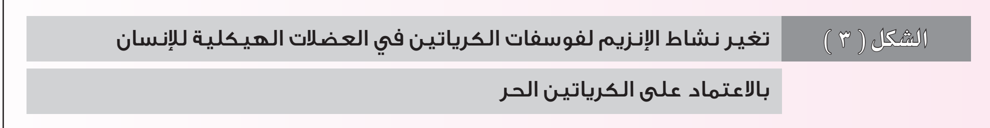
يوجد في العضلات إضافة إلى ATP مواد أخرى من المركبات الفسفورية منها فوسفات الكرياتين، ولهذه المادة استجذاب (*adsorption*) إزاء الزلاليات الانقباضية في الألياف العضلية أو ما له ارتباط بالأغشية SR ويرتبط بالزلال الاكتيني الانقباضي بصورة وثيقة أيضاً أنزيم فسفور الكرياتين الذي يحفز تفاعل بين فوسفات الكرياتين وثنائي فوسفات الأدينوزين.

ويمتلك فسفور الكرياتين في العضلات الهيكلية للإنسان نشاطاً كبيراً، في حين أن فوسفات الكرياتين وثنائي فوسفات الأدينوزين وهما المواد الأولية في التفاعل الذي يحفز بواسطة الأنزيم المشار إليه، ويبديان فصيلة كيميائية عالية، الأمر الذي يؤدي إلى تعزيز هذا التفاعل مباشرة بعد بداية العمل العضلي وحالما تبدأ عملية انشطار ATP ويمكن بلوغ السرعة القصوى للتفاعل الفسفوري عند بداية اللحظة الثانية (الشكل رقم ٢).

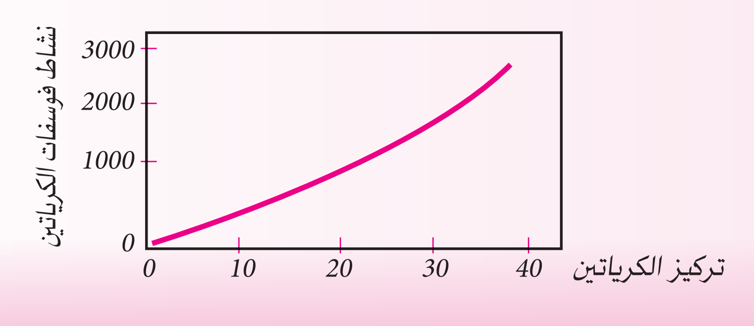
الشكل (٢) سرعة تغير العمليات التى تولد الطاقة فى العضلات العاملة بالاعتماد على فترة التمرين



وساعد في ذلك أيضاً القرب المباشر لفوسفات الكرياتين الاحتياطي من موقع تكوين ADP والألياف العضلية، إن أنزيم فسفور الكرياتين حساس جداً إزاء تغير قيمة PH في الوسط، ويظهر هذا الأنزيم النشاط الأعظم في وسط ذي قاعدية خفيفة، ويختفي هذا النشاط عند الهبوط الشديد لقيمة PH داخل الخلية، كما أن أيونات ca^{++} هي الأخرى تنشط التفاعل الفسفور – كرياتين ولعل الأكثر شدة يظهره تأثير تنشيط هذا الأنزيم من جانب الكرياتين الطليق الذي يتكون أثناء جريان هذا التفاعل (الشكل رقم ٣).



الشكل (٣) تغير نشاط الإنزيم لفوسفات الكرياتين في العضلات الهيكلية للإنسان بالاعتماد على الكرياتين الحر



إن تنشيط هذا الأنزيم بواحد من النواتج النهائية يمنع الهبوط الحاد لسرعة التفاعل خلال العمل، والذي كان يجب أن يحدث بموجب قانون المواد المتفاعلة بسبب الهبوط الذي يحدث في تركيز فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة.

وبموجب الخصائص المشار إليها فإن تنظيم التفاعل الفسفور – كرياتين يبدأ أولاً في عملية إعادة تكوين ATP في لحظة بداية العمل العضلي ويجري بالسرعة القصوى إلى أن ينفد احتياطي فوسفات الكرياتين في العضلات.

وينفذ هذا التفاعل نوعاً خاصاً لـ « المحلول الطاقي » الذي يؤمن ثبات وجود ATP في العضلات عند الهبوط الحاد في سرعة استخدامه تتجاوز كمية فوسفات الكرياتين في العضلات ثلاث مرات تقريباً وجود ATP (الجدول رقم ١).

جدول رقم (١)

المواد الميتابولية	التركيز في العضلات مايكرو مول / كغم	الوجود الإجمالي في الجسم	كمية الطاقة المتحررة كجول / كغم
ثلاثي فوسفات الادينوزين	4 – 6	120 – 180	0.71 – 0.25
فوسفات الكرياتين	15 – 16	450 – 510	0.63 – 0.71
الاحتياطي الاجمالي			
فوسفات الكرياتين + ثلاثي فوسفات الأدينوزين	19 - 23	570 - 690	0.80 – 0.96

إن الاحتياطي الإجمالي ATP + فوسفات الكرياتين (مركبات الفسفور) تؤمن تكوين الطاقة بكمية مقدارها ٨٤٠ كجول / كغم تقريباً للنسيج العضلي كافية للحفاظ على القوة بالقدرة القصوى لفترة ١٠ – ١٥ ثا. أما سرعة انشطار فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة فإنها تتناسب طردياً مع شدة التمرين المنفذ أو قيمة التوتر العضلي.

إن أكبر قدرة تستطيع أن تؤمن تفاعل الفوسفات والكرياتين تساوي ٣,٨٠ كجول / كغم من وزن الجسم في الدقيقة وفي اللحظات الأولى التي تعقب بداية العمل، وطالما كان تركيز فوسفات الكرياتين في العضلات كبيراً فإن نشاط أنزيم فسفور الكرياتين يبقى محافظاً عليه في مستوى عالٍ، ويحسب هذا التفاعل جزءًا كبيرًا من كمية ADP المتكون جراء انحلال ATP وهذا هو ما يمنع تعزيز عملية تحرير الطاقة الأخرى.

وبعد ذلك وما أن يكون احتياطي فوسفات الكرياتين في العضلات قد نفذ بمقدار الثلث (ويستغرق فترة زمنية مقدارها ٥ – ٦ث) فإن سرعة تفاعل الفسفوكرياتين يبدأ بالانخفاض، وعندئذ ستبدأ في عملية إعادة تكوين ATP مشاركة متزايدة لتحلل السكر والتنفس حيث تكون منظوميتهما قد حجمت في سيتوبلازم الألياف العضلية (سركوبلازم) وسبحيات العضلات الهيكلية، ويحدث ذلك مع زيادة طول فترة العمل فعند اللحظة ٣٠ ثانية تنخفض سرعة التفاعل إلى النصف وعندما تمضي دقيقتان أي عند الدقيقة الثالثة فإن هذه السرعة ستشكل ١,٥ ٪ فقط من السرعة الابتدائية.

عند تنفيذ التمرين تكون الأرجحية باتجاه التفاعل المستقيم الذي يؤدي إلى تكوين ATP والكرياتين وما إن ينتهي العمل وتظهر في العضلات فضلة من ATP تتعزز العملية التي تقود

لاستعادة احتياطي فوسفات الكرياتين إلى القيمة الأولية ولما كان الجزء الأكبر من ATP اللازم لتفاعل الفسفوكرياتين يتكون نتيجة التحولات التأكسدية، فإن إعادة تكوين فوسفات الكرياتين يكون ممكناً جزئياً طيلة فترة العمل الطويلة الذي ينفذ في ظروف أوكسجينية.

يشكل التفاعل الفسفوكرياتين أساساً بايوكيميائياً للتحمل العضلي الموضعي، وهو يلعب الدور الحاسم في تأمين الطاقة لتمارين قصيرة متكررة بالقدرة العظمى، كما هى الحال في ركض المسافات القصيرة، الوثب، الرمي، وتمارين رفع الأثقال وغيرها ويؤمن هذا التفاعل إمكانية الانتقال السريع من حالة السكون إلى العمل، والتغير المفاجئ في وتيرة تنفيذ التمرين وكذلك التعجيل الختامي.

إعادة تكوين ATP في عملية تحلل السكر:

عندما تتوقف عملية الفسفوكرياتين لتأمين السرعة المطلوبة لاستعادة ATP في عملية الشغل العضلي ، يزداد تركيز الجزيئات الحرة ADP ، ويبدأ التحلل السكري اللاهوائي يلعب دوراً أساسياً في إعادة تكوين ATP ، وفي عملية تحلل السكر فإن الاحتياطي العضلي للسكر الذي يرد إلى الخلية من الدم يتهشم بالأنزيمات قبل بداية تكوين حامض اللبنيك.

إن معظم الأنزيمات التي تحفز تفاعلات انفرادية لتحلل السكر تحجم موضعياً في أغشية SR أو تتشتت في الساركوبلازم للخلايا العضلية، إن أنزيم الفسفوريلاز (phosphorylase) وأنزيم هكسوكينيز (hexokinase) الذي يسبب التفاعلات الأولية لتحلل السكر ستنشط بسهولة عند مضاعفة تركيز ADP والفوسفات اللاعضوية في السيركوبلازم إضافة إلى ذلك فإن تكوين الشكل الفعال لانزيم الفسفوريلاز يتحفز بتحرر أيونات الكالسيوم ca^{++} وتحرر الكاتوهولامين (Cataholamine) في عملية تنشيط الانقباض العضلي، ويساعد هذا جميعه للإشراك السريع لتحلل السكر في عملية إعادة تكوين ATP مع بداية العمل العضلي.

إن جزئيات الكربون في المرحلة الابتدائية لتحلل السكر تنشط بسبب اتحاد مجاميع الفوسفات من ATP وخلال تفاعلات قادمة تتكون مركبات فسفورية تصلح أن تكون أساسا لعملية أكسدة لاهوائية في واحدة من التفاعلات المركزية لهذه العملية الأنزيمية، وفي المرحلة الختامية لتحلل السكر فإن مركبات الحجم الميتابولي لتحلل السكر الذي يمكن تحديده باحتياطي الكربون الموجود داخل العضلات وإبعاد منظومات المحاليل بثبات قيمة PH داخل الخلية، يؤمن الاحتفاظ بالقدرة المحددة لتنفيذ التمرين لفاصلة زمنية تتراوح بين ٣٠ ثا و ٢,٥ دقيقة. وهذا يعني أن حجم هذه العملية يزيد بأكثر من ١٥ مرة من حجم عملية تفاعل الفسفوركرياتين.

وتتميز عملية التحلل بالسكر بكفاءة غير عالية، إذ تتحرر في عملية التحلل الأنزيمي اللاهوائي للكربونات طاقة مقدارها ٢٤٠ كجول فقط من الطاقة الإجمالية التي تبلغ قيمتها ٢٨٪ كيلو جول الموجودة في جزئ واحد، ويبدو أن الجزء الأعظم من الطاقة سيتركز في الجزئيات المتكونة في حامض اللبنيك.

ويمكن أن تتحرر من خلال الأكسدة الهوائية وتتحول كمية من الطاقة تتراوح بين ٨٤ و ١٢٥ كيلو جول من الكمية الإجمالية للطاقة أثناء حدوث تحلل السكر بالشكل الذي يمكن استخدامه، للعلاقات الفوسفاتية ATP وانطلاقا من هذا فإن كفاءة تحلل السكر يجب أن تقوم بقيم عامل الكفاءة التي تتراوح بين ٠,٣٥ و ٠,٥٢ وهذا يعني أن نصف كمية الطاقة المتحررة تقريباً من الطاقة الإجمالية المتحررة تتحول إلى حرارة ولا يمكن أن تستخدم أثناء العمل.

ونتيجة مضاعفة سرعة النواتج الحرارية في العضلات العاملة أثناء عملية تحلل السكر في العضلات العاملة ، فإن درجة الحرارة ستزداد لغاية الدرجة ٤١ – ٤٢.

إن تكوين حامض اللبنيك – المرحلة الختامية لتحلل السكر- يحدث فقط عند الظروف اللاهوائية، إلا أن السكر في هذه الحالة يمكن أن ينتهي بوجود كميات من الأوكسجين ولكنه في هذه الحالة سينتهي عند مرحلة تكوين العتبة الأوكسجينية الحرارية (pyroampeloth) التي يمكن أن يتعرض فيما بعد إلى تحول تأكسدي في سبحيات العضلات وعندما يكون تركيز المركب المشار إليه عالياً (وهو مركب حامضي) فإن جزءاً منه يمكن أن يتحول إلى الأنين، وعندما يخرج من العضلات حوامض فسفورية تعطي طاقة غنية إلى ADP وبذلك فهي تؤدي إلى إعادة تكوين ATP .

جدول رقم (٢)

يمثل الطاقة المتحررة عند التحلل السكري اللاهوائي

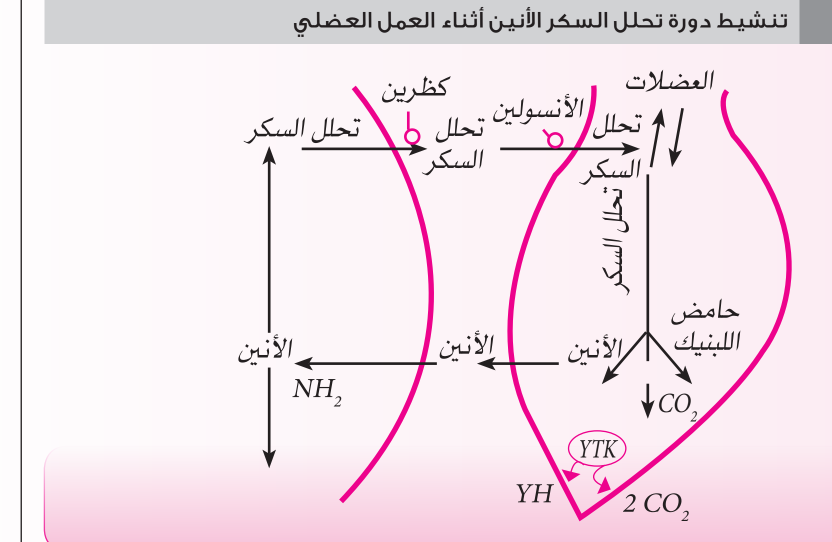
المؤشر	لكل كغم من النسيج العضلي	٣٠ كغم من الكتلة العضلية (لجميع كتلة الجسم)
كمية حامض اللبنيك المتكون (غم)	2 – 2.3	60 – 70
كمية ATP المعاد تكوينه	33 – 38	1000 – 12000
كمية الطاقة المتحررة كجول	1.38 – 1.59	40 – 50

وعند الأخذ بالحسبان هذه الكمية من ATP فإن ما سيحصل عليه من جديد من ATP ستتكون (في تلك الحالة التي يكون فيها تحلل الكليكوز المادة الأولية) جزئيتان لكل جزئ واحد من انشطار الكربون أو (في تلك الحالة التي يكون النشاء الحيواني للعضلات هو المادة الأولية) ثلاثة جزئيات لكل جزئ واحد للتحلل السكري المكافئ.

إن القدرة القصوى لتحلل السكر تساوي ٢٥٠ كجول / كغم دقيقة تقريباً وهو أقل بعض الشئ من قدرة تفاعل الفسفوكرياتين، ولكنه يتجاوز بمقدار ٢ – ٣ أضعاف التفاعل الهوائي ويتم التوصل إلى أكبر سرعة لتحلل السكر بعد مضي ٢٠ – ٣٠ ثانية على بداية العمل، وعندما تحل نهاية الدقيقة الأولى للعمل يصبح المصدر الأساسي مرة أخرى للتحلل السكري هو إعادة تكوين ATP إلا أن الهبوط الحاد الذي يؤدي إلى استهلاك الكميات غير الكبيرة نسبياً لاحتياطي النشا الحيواني في العضلات وهبوط نشاط الإنزيمات الأساسية فإن حلقة التحلل السكري تحت تأثير حامض اللبنيك المتكون وانخفاض قيمة PH داخل الخلية ستؤدي إلى انخفاض سرعة تحلل السكر كلما طالت فترة التمرين ، وعند الدقيقة ١٥ فإن سرعة تحلل السكر ستشكل نصف قيمة السرعة الابتدائية.

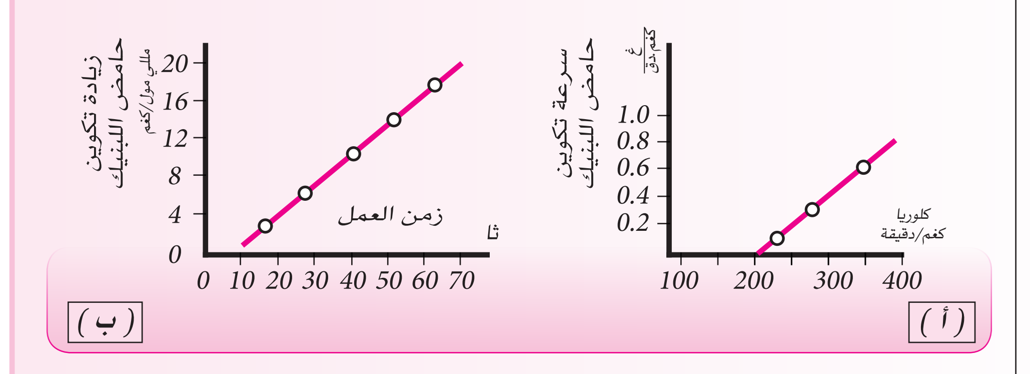
ويذهب إلى الدم ويرتبط بدورة السكر «الأنين» الذي يربط بصورة متحدة الكربونات في الكبد والعضلات (الشكل رقم ٤). وفي ظروف الفعالية العضلية الشديدة فإن هذه الدورة ستكون دوراً مساعداً فقط ولعل الجزء الأساسي من الكربونات التي ستتهشم عن طريق الخلل السكري سيتحول إلى حامض اللبنيك.

الشكل (٤) تنشيط دورة تحلل السكر الأنين أثناء العمل العضلي



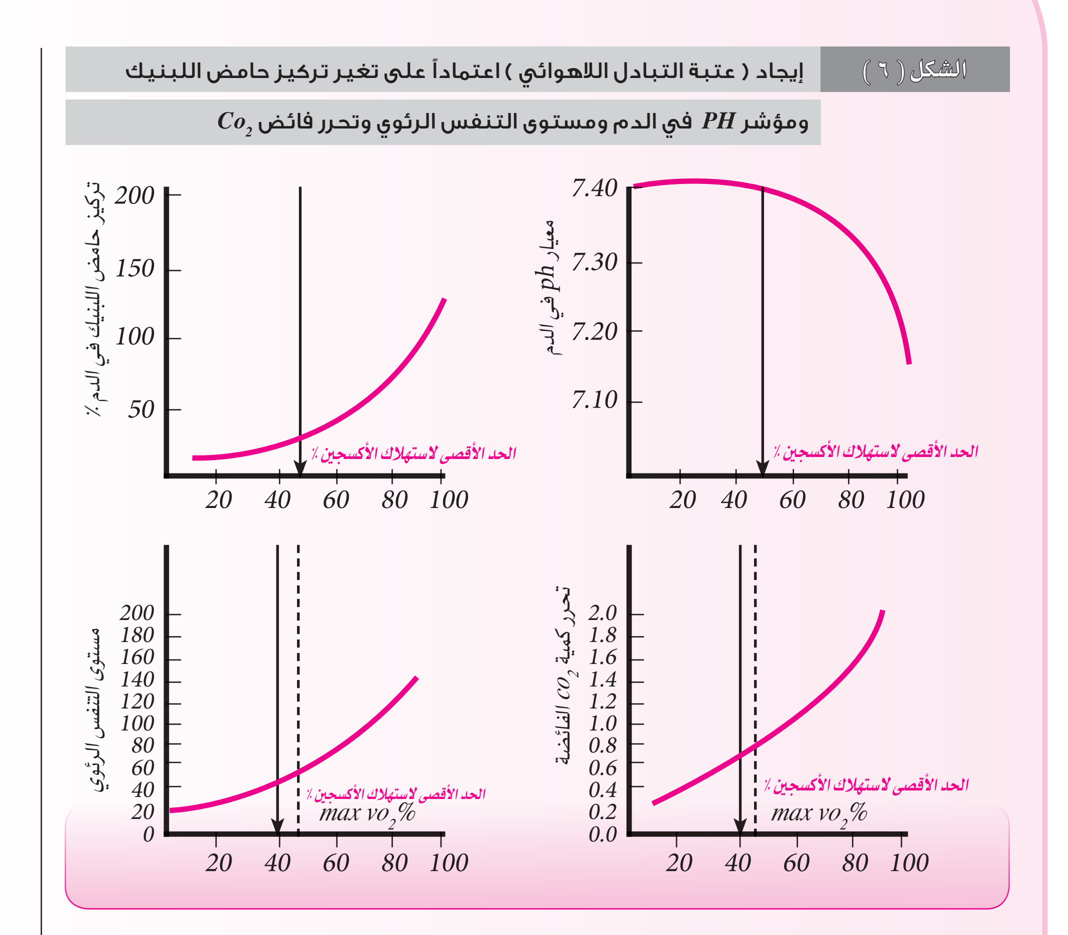
الشكل (٥) (أ) مستوى ناتج الطاقة .

(ب) تكوين حامض اللبنيك في عملية تحلل السكر اعتمادا على تركيز وطول فترة التمرين



إن تكوين كل جزئ من حامض اللبنيك في هذه الحالة سيكافئ إعادة تكوين ما مقداره ١,٠ إلى ١,٥ جزئ لـ ATP ويتواجد حامض اللبنيك المتراكم خلال العملية اللاهوائية بعلاقة طردية مع قدرة وإجمالية فترة استمرار التمرين (الشكل رقم ٥).

يتعرض حامض اللبنيك شأنه شأن أي حامض عضوي آخر، إلى تحلل في الوسط المائي وعندما تتراكم كمية كبيرة منه فسيؤدي إلى تغير تركيز أيونات الهيدروجين الحامضي - العمل الأنزيمي للحلقة التنفسية في السبحيات - ولكن إذا كانت الإزاحة كبيرة فعندئذ وكما وردت الإشارة إلى ذلك سابقاً . سيحدث استنفاذ الأنزيمات التي تنظم النشاط الانقباضي للعضلات والسرعة الهوائية لإعادة تكوين ATP . ويمكن أن نذكر من هذه الأنزيمات بالدرجة الأساسية أنزيم ATP وأنزيم الليفات العضلية وأنزيم الفسفوكرياتين ومعظم أنزيمات التحلل السكري، إن زيادة كمية حامض اللبنيك في الفضاء السيركوبلازمي للعضلات سيكون مصحوباً بتغير الضغط التناضجي (osmoticus) وفي هذه الحالة، فإن الماء الموجود في حيزٍ ما بين الخلايا سيذهب إلى داخل الألياف العضلية مسبباً انتفاخها (الشكل رقم ٦).



الشكل (٦) إيجاد (عتبة التبادل اللاهوائي) اعتماداً على تغير تركيز حامض اللبنيك ومؤشر *PH* في الدم ومستوى التنفس الرئوي وتحرر فائض Co_2

إن التغير الجوهري لهذا الضغط في العضلات يصلح أن يكون سبباً لشعور مرضي، ومن السهل على حامض اللبنيك أن ينفذ خلال أغلفة الخلايا وهو عندما ينفذ إلى الدم قادماً من العضلات العاملة فإنه سيساهم في تفاعل مع منظومة المحاليل البيكربونية مما سيؤدي إلى تحرر فائض لاميتابولي من co_2.

ولما كانت زيادة تركيز أيونات الهيدروجين وزيادة ضغط co_2 يصلحان أن يكونا مؤشرات ميتابولية أساسية للمركز التنفسي، لذا فإنه عند ورود الحامض اللبني إلى الدم ستعزز التنفس الرئوي وإيصال الأوكسجين إلى العضلات العاملة.

إن تراكم حامض اللبنيك وظهور فائض co_2 وتغير *PH* وفرط التهوية الرئوية، التي تعكس تقوية تحلل السكر في العضلات عادة ما يتم ملاحظته عندما تكون شدة تنفيذ التمرين تشكل نسبة مقدارها ٥٠ ٪ من القدرة الهوائية القصوى كما في الشكل السابق، شكل (٦).

إن هذا المستوى من الحمولة يؤشر باعتباره (عتبة التبادل اللاهوائي) وكلما كان الحصول عليه مبكراً كلما بدأت عملية تحلل بسرعة أكبر، ويصاحب ذلك تراكم حامض اللبنيك ونمو التعب في العضلات العاملة، إضافة لذلك لابد من الإشارة إلى أن تحلل السكر يلعب دوراً مهماً أثناء النشاط العضلي المتوتر في ظروف عدم التكيف في إيصال الأوكسجين إلى الأنسجة.

وهو يصلح أن يكون أساساً بايوكيميائياً لما يسمى بسرعة التحمل كما يعد مصدراً استعراضياً للطاقة في التمارين التي تساوي فترتها القصوى من ٣٠ ثانية إلى ٢,٥ دقيقة (العدو للمسافات المتوسطة سباحة ١٠٠ متر و ٢٠٠ متر، سباق الدراجات .... الخ) ويتم من جَرَّاء تحلل السكر تعجيل طويل أثناء سير التمرين وكذلك في المسافة الختامية.

إعادة تكوين ATP في تفاعل انزيم الميوكيناز (Myokinase):

يجري تفاعل أنزيم الميوكيناز في العضلات عند الزيادة الملحوظة في تركيز ADP في السيركوبلازم.

وتنشأ مثل هذه الحالة عندما يكون الإجهاد العضلي واضحاً، حيث لن يكون بإمكان سرعة جريان العمليات التي تساهم في هذا التفاعل لإعادة تكوين ATP ، إن تعادل سرعة انشطار ATP من هذا الجانب يمكن النظر إلى تفاعل الميوكيناز كآلية اضطرارية لتأمين إعادة تكوين ATP ، في تلك الظروف التي لا يمكن تخفيف ذلك بطرق أخرى.

عند تعزيز تفاعل الميوكيناز فإن جزءاً من أحادي فوسفات الأدينوزين المتكون سيخرج من نطاق التبادل الهوائي، إذ سيتحول إلى حامض أيوني وبالطبع فإن هذه العملية غير مفيدة للجسم لأنه سيؤدي إلى انخفاض الاحتياطي الإجمالي لأحادي فوسفات الأدينوزين في السيركوبلازم في العضلات مع جميع ما يترتب عن ذلك من نتائج، وفي الوقت نفسه فإن جزءاً من زيادة تركيز أحادي فوسفات الأدينوزين في السيركوبلازم سيُظهِر في تفاعل الميوكيناز تأثيراً في أنزيم تحلل السكر، ويؤدي هذا بدوره إلى زيادة مضاعفة سرعة إعادة التكوين اللاهوائي لـ ATP ، وفي الحال سينفذ تفاعل الميوكيناز دوراً في تعزيز الميتابولي، الذي يؤدي بدوره إلى إيصال الإشارة من ATP الليفات العضلية إلى منظومة تكوين لـ ATP.

إن تفاعل الميوكيناز كتفاعل الفسفوكرياتين مثلا سيكون ببساطة تفاعلاً يستخدم لتحليل الهبوط الحاد في سرعة تكوين ATP واستخدامه، وعندما يظهر في الخلية فائض من ATP فإنه سيستبعد حالاً من خلال تفاعل الميوكيناز.



إعادة تكوين ATP في العملية الهوائية:

تتميز الآلية الهوائية لإعادة تكوين ATP بإنتاجيتها العالية، إذ يكون نصيبها في الظروف التقليدية ما يقارب ٩٠ ٪ من الكمية الإجمالية لـ ATP التي تتكون من جديد في الجسم، وتنتشر المنظومة الأنزيمية للتبادل الهوائي في الدرجة الأساسية في الخلايا ويمكن تقسيمها إلى قسمين هما: حلقة التأكسد المتأثرة بانزيم معين والتي يتميز فيها خلال التحولات المختلفة تحت تأثير أنزيم الهيدروجينات - الهيدروجين الذي يستقبل (الأكسدة الأولية) وحلقة التأكسد الإنترمدينين (intermedinun)، حيث ينقل الهيدروجين المتكون في تفاعلات من خلال منظومة الأنزيمات التنفسية ليتحد مع الأوكسجين مكوناً ماء.

وتنتمي إلى مجموعة دورات التأكسد المتأثرة بالأنزيمات الآتية:

حلقة انشطار الكاربوهيدرات بالتحلل السكري التي تنتهي بحامض اللبنيك، وحلقة تحول حامض الكربونيك الثلاثي، وأكسدة B للحوامض الدهنية. إن مغزى التحولات الكيميائية في الحلقات المتأثرة بالأنزيمات تكمن في قدوم الأنزيمات الأولية المتكونة في صيغة تلائم تأثير أنزيم الديهيدروجيتاز وما يتبعه من تحرير طاقة خلال عملية الأكسدة - الاختزال، حيث تساهم التفاعلات الأنزيمية التنفسية، وتحافظ الطاقة التي تتحرر في عمليات الديهيدروجيناز، في تشكيلات الهيدروجين مع الأنزيمات وهي تستخدم في عمليات إعادة تكوين ATP عندما يتم نقل الهيدروجين إلى الأوكسجين عبر منظومة الأنزيمات التنفسية التي تنتشر على الأغشية الداخلية للسبحيات.

توجد في الحلقة التنفسية ثلاثة مراكز للاتحاد حيث يمكن إعادة تكوين ATP بسبب الطاقة التي يمكن أن تتحرر خلال عملية انتقال الألكترونات، ويوجد المركز الأول للاتصال في قاطع انتقال الهيدروجين، وإن كمية الطاقة المتحررة في هذا التفاعل تكون كافية لإعادة تكوين جزئ واحد من ATP ، ويوجد المركز الثاني للاتصال في قاطع انتقال الألكترونات من الأنزيم خلال السيتوكروم Cytocrome (b) إلى السيتوكروم (c).

ويجري إعادة تكوين الجزيئة الثالثة ATP في المرحلة الختامية للحلقة التنفسية في تفاعل سيتوكرومي Cytocrome إذ يجري انتقال الألكترونات من منظومة سيتوكروم إلى الأوكسجين، وتتحرر في هذا المركز للاتصال كمية من الطاقة تفوق الكميات التي تتحرر في أي تفاعل في الحلقة التنفسية، ويمكن لهذه الطاقة بسهولة أن تكفي لإعادة تكوين بضع جزيئات من ATP ، ومع ذلك فإنه في هذا المركز للاتصال كما في المراكز الأخرى تجري عملية تكوين جزئ واحد فقط من ATP. أما فائض الطاقة المتحررة فتصبح القوة المحركة الرئيسة لعملية نقل الألكترونات في الحلقة التنفسية برمتها.

إن الأوكسجين الذي يستقبل حزمة الألكترونات الناجمة عن التفاعل السيتوكرومي يصلح أن يكون المصدر الاحتياطي الذي يؤمن انجذاب الألكترونات من الحلقة التنفسية ويحافظ على مكونات هذه الحلقة في حالة أكسدة. الأمر الذي يمكنها من استلام الهيدروجين من جميع مصادر التأكسد . تعتمد سرعة انتقال الألكترونات عبر المنظومة التنفسية على تركيز ADP وعلى الكمية اللامحدودة للفسفور بالقرب من مراكز النشاط لـ ATP على السطوح الداخلية لأغشية السبحيات، فإذا ما انعدم وجود ADP و H_3PO_4 في الخلية اللازمة لتركيز طاقة البروتون Proton الكامنة في الغشاء فإنه رغم وجود فائض من الأوكسجين فإن تيار الألكترونات سيضحى معزولاً . وعند الانتقال من حالة السكون إلى حالة النشاط في العضلات فإن ATP سينشطر بسرعة عالية متحولاً إلى ADP و H_3PO_4. وبزيادة تركيز هذه المركبات ستصبح عند الألكترونات القابلية على الانتقال عبر مراكز الاتصال بسرعة تساوي سرعة انتقال البروتونات خلال الغشاء عند إعادة تكوين ATP في مجموعة التكوين الفعال لـ ATP. وتستمر شدة التنفس طالما هنالك حاجة للطاقة لتنفيذ العمل.

وعندما تزول هذه الحاجة فإن قسماً كبيراً من ADP يتحول إلى ATP ، وعندئذ ستحل الرقابة التنفسية من جديد، وعليه فإن العلاقة بين ATP و ADP ستنظم بدقة الحلقة الوظيفية لانتقال الألكترونات تبعاً لحاجة الخلايا للطاقة.

ويمكن الحكم على كفاءة عملية الأكسدة الفسفورية من قيمة علاقة الفوسفات اللاعضوية المرتبطة في عملية تكوين ATP إلى الأوكسجين الممتص وكما ذكرنا سابقاً فإنه عند انتقال ذرتين للهيدروجين خلال الحلقة التنفسية من المواد المتأثرة بالأنزيمات التي تعطي ألكتروناتها ثلاثة جزيئات من ATP ، أما عند أكسدة مواد أخرى تعطي ألكتروناتها في الحلقة التنفسية بمساهمة الفلونروتيدات (phlavonroteeid) تكون اثنين من الجزيئات. إن أكسدة حامض الاسكوربيك (فيتامين ج) الذي يتم بمساعدة الاسيتوكروم يصاحب عند تجاوز مرحلتي الاتصال، بتكوين جزئ واحد من ATP.

ولابد من الأخذ بالحسبان أيضاً إن حالة الغشاء السبحي ونشاط أنزيمات الحلقة التنفسية تخضع لتأثير عوامل متفرقة قابلة على حجز ATP المتكون أثناء انتقال الألكترونات إلى الأوكسجين.

إن مثل هذا التأثير الإجمالي على عملية الأكسدة الفسفورية في العضلات الهيكلية يمتلك هرمون الغدة الدرقية والحوامض الدهنية وحامض اللبنيك ذا التركيز العالي وبعض السموم الخاصة.

ويتعجل تحت تأثير هذه العوامل انتقال الألكترونات ولكن ATP في هذه الحالة سوف لن يتكون وتتشتت الطاقة المتحررة على شكل حرارة.

ويوجد بالإضافة للطريق الاعتيادى في أكسدة المواد ذات الصلة بتأثر الأنزيمات في الأغشية الداخلية طريق أكسدة أيضاً ولكنها أكسدة موضعية في الأغشية الخارجية حيث يشارك سيتوكروم 2 ومنظومة بسيتوكروم bs ، ويقود تنشيط هذا الطريق إلى الأكسدة السريعة، ولكنه لا يرتبط مع تكوين ATP ويؤدي إلى تشتت الطاقة بشكل حرارة ويستخدم هذا الطريق كمنظومة محاليل من شأنها الحفاظ على التركيز المطلوب للأكسدة ويطرد فائض حامض اللبنيك الذي يتكون في عملية تحلل السكر.

ويدخل ATP الذي يرد من الأرضية في فضاء ما بين الأغشية في تفاعل مع الكرياتين الذي ينفذ خلال الغلاف السبحي الخارجي من السيكروبلازم وينشط هذا التفاعل بمساعدة أنزيم الفسفوكرياتين الموجود على الغلاف السبحي الخارجي، أو في فضاء ما بين الأغلفة ويتحول الفسفوكرياتين المتكون مرة أخرى إلى السيركوبلازم حيث يصبح في وضع يسهل الوصول إليه لتأثير الفسفوكرياتين في اللييفات العضلية. إن ATP الذي يرجع إلى الأرضية يبدأ بالمساهمة في تفاعلات الأكسدة الفسفورية المصحوب بانتقال الألكترونات في الحلقة التنفسية.

إن إجمالي الطاقة المنتجة في العملية الهوائية يتجاوز أكثر من ١٠ أضعاف التغير في الطاقة الحرة أثناء التحلل السكري للهيدروكربونات في ظروف لاهوائية، إن كفاءة تحويل الطاقة في ظروف هوائية تساوي ٥٥ – ٦٠ ٪. إن المعلومات التي تتعلق بكمية الطاقة المتحررة في العضلات العاملة في الظروف الهوائية لتحول النشا الحيواني يبينها الجدول رقم (٣).

جدول رقم (٣)

المؤشر	لكل كغم واحد من وزن العضلات	الوزن عموم الجسم ٣٠ كغم من وزن العضلات
كمية النشا الحيواني في العضلات / غ	15 – 13	500 – 400
الكمية الإجمالية لـ ATP المعاد تكوينه / جزيء	3.2 – 2.8	98 – 87
كمية الطاقة المتحررة / كيلو جول	134 – 117	8640 – 4100

وكتطبيقات للتحول الهوائي في العضلات العاملة يمكن استخدام ليس فقط احتياطي النشا الموجود داخل العضلات، وإنما الاحتياطي الخارجي للكربوهيدرات (مثلا نشأ الكبد)، الدهون، وكذلك الزلاليات في بعض الحالات، لذلك فإن الحجم الإجمالي للعملية الهوائية كبير جداً ويصعب تقييمه بدقة. إن الحجم الميتابولي الذي يتحجم بدرجة كبيرة بتغير تجانس الوسط ، وعلى خلاف التحلل السكري فإنه وكنتيجة لتراكم فضلة حامض اللبنيك في الجسم، إن النتائج النهائية للتحولات الهوائية (CO_2 ، H_2o) لا تسبب أي تغير جوهري في الوسط الداخلي ويمكن بسهولة طردها من الجسم.

إن تكوين جزئ واحد من ATP في عملية الأكسدة الفسفورية يكافئ الحاجة إلى ٣,٤٥ لتر من الأوكسجين ، وإن مثل هذه الكمية تستهلك في حالة السكون خلال فترة ١٠ - ١٥ دقيقة أما خلال العمل العضلي الذي يسبب التعب (كما هي الحال في سباق الماراثون مثلا) فإن الفترة ستتقلص إلى دقيقة واحدة فقط، ولكن احتياطي الأوكسجين في العضلات العاملة نفسها ضئيل، حيث إن الكمية الضئيلة الموجودة هناك ستكون في حالة ذائبة في داخل خلية البلازما وفي حالة الارتباط مع الجلوبين العضلي للعضلات.

أما القسم الأساسي من الأوكسجين في العضلات لإعادة تكوين ATP فإنه سينتقل إلى النسيج خلال منظومة التنفس الرئوي والدورة الدموية.

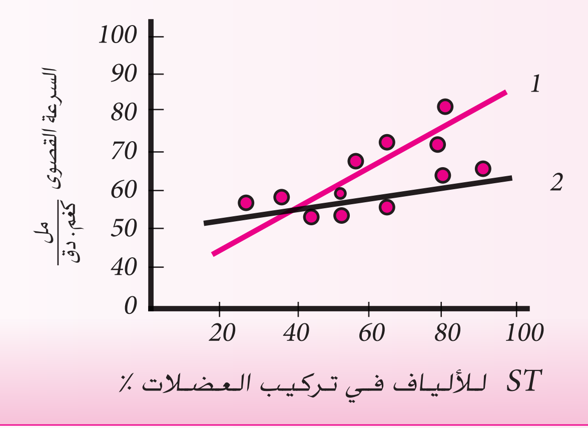
ومن أجل العمل المستمر للحلقة التنفسية وآلية الأكسدة الفسفورية لضغط الأوكسجين في الخلايا ينبغي الاحتفاظ بمستوى لا يقل عن ١٥ - ١٠ ملم زئبق. ولأجل تأمين ذلك ينبغي أن يكون ضغط الأوكسجين من الخارج (في الشعيرات العضلية) ما يقارب من ١٥ - ٢٠ ملم زئبق، لأن الأوكسجين يدخل إلى الخلايا بواسطة التنافذ، إن الاحتفاظ بالضغط الحرج للأوكسجين على الغشاء الخلوي الخارجي لا يعتمد على تغير سرعة استهلاك الأوكسجين في النسيج ويمكن تحقيقه بمساعدة منظومة معقدة للتنظيم، والتي يدخل فيها إضافة إلى الآليات الميتابولية التنظيمية داخل الخلايا، التنظيم العصبي والهرموني للتنفس الخارجي للدورة الدموية، إن القدرة القصوى للعملية الهوائية تعتمد بقدر معلوم على سرعة الأوكسجين المستنفد في الخلايا. (وهي بدورها تعتمد على العدد الإجمالي للسبحيات في الخلية وعدد نشاط أنزيمات الأكسدة الهوائية).

وتعتمد على سرعة إيصال الأوكسجين إلى التسبيح. وتقوم قدرة التكوين الهوائي للطاقة من خلال قيمة الاستهلاك الأقصى للأوكسجين الذي يمكن الوصول إليه - أي الأوكسجين - أثناء تنفيذ العمل العضلي وتساوي هذه القيمة عند الرياضيين ٥٥ - ٦ لتر / دقيقة. ولما كانت هذه القيمة تعكس سرعة استهلاك الأوكسجين في العضلات العاملة في الوقت الذي يحدث فيه في العضلات الهيكلية جزء كبير من الكتلة الفعالة للجسم، فإنه على العموم عند مقارنة قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في الكفاءة الهوائية للأشخاص المختلفين سيعبر عنها،

أي عن القيمة بوحدات نسبية، أي منسوبة للكيلو غرام الواحد من وزن الجسم وتساوي قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند الأشخاص الفتيان الذين لا يمارسون الرياضة ٤٠ - ٤٥ ملي لتر / كغم. دق (٨٠٠ - ١٠٠٠ جول كغم) في حين تساوي هذه القيمة عند الرياضيين الدوليين ٨٠ - ٩٠ مل / كغم - دق (١٦٠٠ - ١٨٠٠ جول / كغم. دق).

ويلاحظ أكبر قيمة للسبحيات، وأكبر قيمة ونشاط أنزيمات الدورة التنفسية في الألياف العضلية الحمراء ذات الانقباض البطئ، وكلما كانت نسبة تركيز هذه الألياف في العضلات التي تتحمل أثناء تأدية التمارين أكبر كلما كانت القدرة الهوائية العظمى عند الرياضيين أكبر وبالتالي سيكون مستوى إنجازاتهم باستمرارية فترة التمرين أكبر (شكل رقم ٧).

الشكل (٧) العلاقة بين قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عن الرياضيين (١) وغير الرياضيين (٢) وقيمة الألياف الحمراء ذات الانقباض البطئ



ST للألياف في تركيب العضلات ٪

عمليات إعادة تكوين ATP في التدريبات الهوائية واللاهوائية:

من المواصفات التي ذكرت سابقاً للعمليات الهوائية واللاهوائية لإعادة تكوين جزيئات ATP أن هنالك علاقة واضحة في ديناميكية تحرير الطاقة عند العمل العضلي. ففي بداية العمل واللحظات الأولى التي تعقب تلك البداية تتخذ عملية إعادة تكوين جزيئات ATP في عملية الفسفوكرياتين أرجحية واضحة ، ومع استنفاذ الحجم اللاأسيدي للاحتياطي يبدأ في العضلات العاملة دور متصاعد لعملية التحلل السكري اللاهوائي.

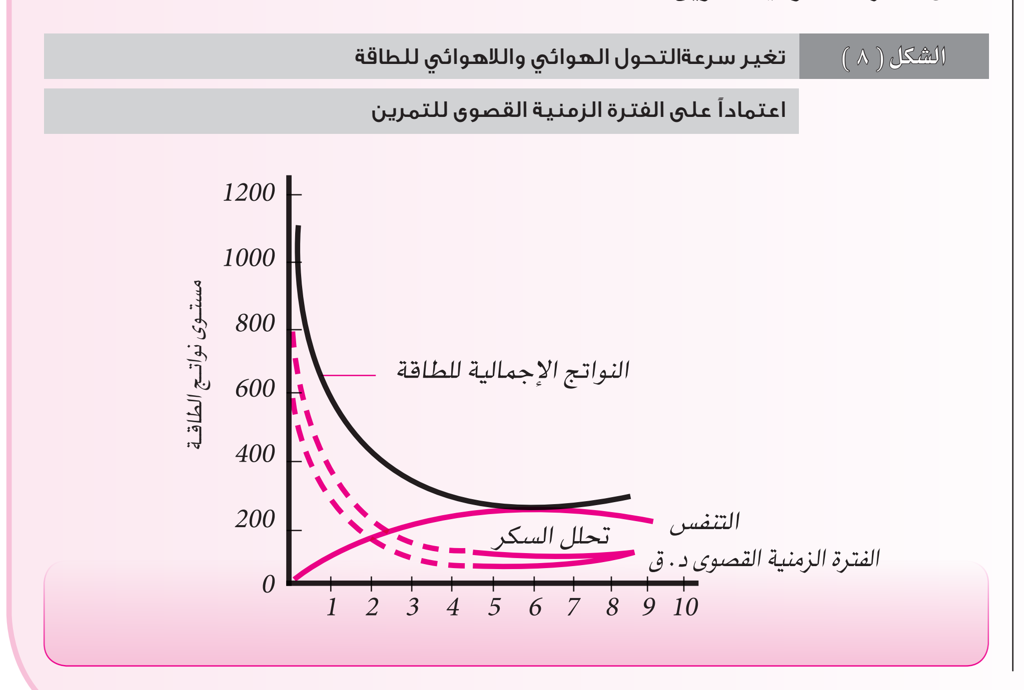
ويبلغ أكبر قيمة له في الفترة المحصورة بين ٢٠ ث و ٢,٥ دقيقة من العمل، ولكن مع التراكم الكبير لحامض اللبنيك وتعزيز إيصال الأوكسجين إلى العضلات العاملة فإن سرعته

تتناقص بالتدريج ، وما أن تحل الدقيقة ٢ – ٣ للعمل تأخذ العملية الهوائية التي تنفذ في سبحيات الخلايا على عاتقها الدور الرئيس في إيصال الطاقة.

إن تغير سرعة العمليات الجزئية للتبادل الطاقي بالاعتماد على الزمن الأقصى للتمرين يوضحها (الشكل رقم ٨) ويتم بلوغ القدرة القصوى للعملية اللاهوائية اللاأسيدية التي تشكل مجموع عملية انشطار ATP عملية الفسفوكرياتين في تمارين ذات الشدة القصوى والتي تستغرق ٥ – ١٠ ث. وفي التمارين الطويلة فإن هذه القدرة ستنخفض بسرعة ، وعندما تصبح فترة التمرين ٣ دقائق لن تلعب العملية اللاهوائية الأسيدية دوراً يذكر، ويتم بلوغ القدرة القصوى لتحرير الطاقة في العملية اللاهوائية في تحلل السكر في تلك التمارين التي يستغرق تنفيذها ٢٠ – ٤٠ ث ، ومن ثم تنخفض القيمة مجدداً، وفي تلك التمارين التي يستغرق تنفيذها ٦ – ٧ دقائق ستشكل القدرة حوالي ٠,١ من القدرة العظمى لهذه العملية اللاهوائية وتتزايد قدرة العمليات الهوائية في تكوين الطاقة بسرعة مع مضاعفة فترة التمرين لغاية ٥ – ٦ دقائق وقلما تتغير عندما تكون الفترة الزمنية طويلة، واستناداً إلى ذلك فإن سرعة النواتج الإجمالية للطاقة عالية بصورة لا تناسبية في تلك التمارين القصيرة ، ولكن سرعان ما تتناقص بزيادة طول فترة العمل، وعند تنفيذ تمرين تزيد فترته عن ١٥ دقيقة فإن التغير الإجمالي لنواتج الطاقة سيتحدد بصورة كاملة من خلال السرعة الهوائية لتكوين الطاقة.

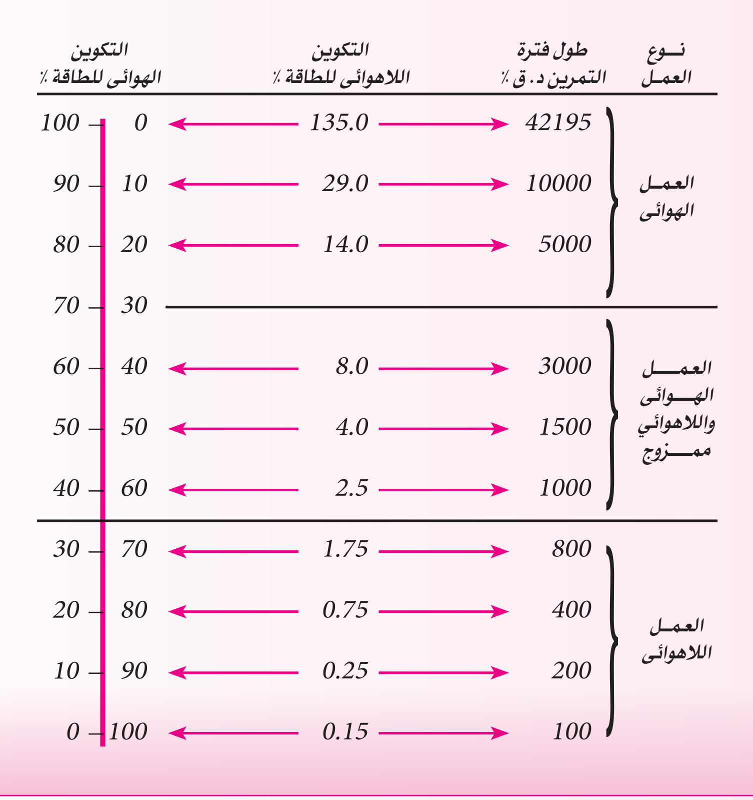
الشكل (٨) تغير سرعةالتحول الهوائي واللاهوائي للطاقة

اعتماداً على الفترة الزمنية القصوى للتمرين



ومن السهل تحديد الجزء النسبي لعمليات إعادة تكوين ATP الهوائية واللاهوائية في طاقة تمارين مختلفة بمساعدة مخططات يوضحها (الشكل رقم ٩).

الشكل (٩) الحصيلة النسبية للعمليات الهوائية واللاهوائية للطاقة في التوازن العام للتمرين



نوع العمل	طول فترة التمرين د. ق ٪	التكوين اللاهوائى للطاقة ٪		التكوين الهوائى للطاقة ٪
العمل الهوائى	42195	135.0	0	100
	10000	29.0	10	90
	5000	14.0	20	80
			30	70
العمل الهوائى واللاهوائي ممزوج	3000	8.0	40	60
	1500	4.0	50	50
	1000	2.5	60	40
العمل اللاهوائى	800	1.75	70	30
	400	0.75	80	20
	200	0.25	90	10
	100	0.15	100	0

وفي التطبيق الرياضي فإن التمارين التي تشكل النسبة الإجمالية لمساهمة العمليات اللاأسيدية والعمليات اللاهوائية لتحلل السكر أكثر من ٦٠ ٪ من الطلب على الطاقة، عادة ما تعرف بأنها تمارين ذات طابع لاهوائي. إن طول فترة التمرين حيث تكون النسبة الإجمالية لمساهمة العمليات الهوائية في نفاذ الطاقة تتجاوز ٧٠ ٪ تدعى تمارين ذات طابع هوائي، أما للتمارين الوسيطة فيمكن أن تنتمي تمارين ذات النوع المختلط في تأمين الطاقة، حيث تتخذ نسبة العمليات الهوائية واللاهوائية قيمة واحدة، ويمكن أن ينتمي إلى هذا النوع من التمارين الجري لمسافة تتراوح بين ١٠٠٠ – ٣٠٠٠ متر.

تحليل استهلاك الطاقة في جسم الإنسان خلال العمل العضلي:

إن التغير البايوكيميائي أثناء النشاط العضلي يتم ليس فقط في العضلات العاملة وإنما في أعضاء متعددة وأنسجة مختلفة عند الإنسان. إن تعزيز تبادل الطاقة في العضلات تسبق الزيادة الملحوظة للنشاط العصبي والهرموني. ففي الحالة التي تسبق البداية وحالة التهيؤ تنشط فعالية عدد من إفرازات الغدد الداخلية وخاصة الغدة النخامية والقشرة الكظرية. وتحت تأثير النبضات العصبية وتحرر الهرمون المنبه للحام الكظر (*odrenocorticozropic hormonum*) سيزداد تكوين الأدرينالين (كظرين *adrinalin*) وقذفه إلى الدم.

إن التأثير المشترك لمنظومة العصب السمبثاوي العصب السمبثاوي والإدرينالين يؤدي إلى زيادة تردد تقلصات القلب وتبادل الدم. إن تكون النواتج الوسطية لتبادل الطاقة في العضلات (كحامض اللبنيك والهيدروكربونات وغيرها) وتعزيز طرح أيونات البوتاسيوم k^+ ستظهر تأثيراً موضعياً على جدران الشعيرات في العضلات مسببة توسعها، وفي الوقت نفسه سيسبب الأدرينالين تقلص عضلات الأحشاء الداخلية. ولذا فإنه مع بداية العمل العضلي تحدث إعادة توزيع تدفق الدم في الجسم ويتحسن وضع إيصال الدم إلى العضلات العاملة وتحت تأثير الأدرينالين تسترخي العضلات الصقيلة في القصبات مما يسهل التبادل الهوائي في الرئتين وتؤدي جميع هذه التغيرات لمضاعفة إيصال الأوكسجين إلى العضلات العاملة وإلى تحسين كفاءة العمل.

نقل الأوكسجين إلى العضلات العاملة:

في أنشطة المنظومة التنفسية ومنظومة الأوعية القلبية لإيصال الأوكسجين إلى العضلات العاملة، يلعب تأثير النواتج (حامض اللبنيك ، الكربوهيدرات) على المستقبلات *chemoreceptor* المتوزعة في جدران الأوعية الدموية والتي تعطي الإشارات، كذلك الانخفاض تحت تأثير *PH* الدم لهذه المواد دوراً كبيراً، الأمر الذي يعزز نشاط المركز التنفسي.

تعتبر سرعة ايصال الأوكسجين أحد العوامل الرئيسة التي تحدد إمكانية تأمين الطاقة في العضلات العاملة حيث ينفذ الأوكسجين الموجود في هواء الزفير، إلى الدم من خلال جدران الحويصلات الرئوية والشعيرات الدموية من جراء الفرق في الضغط الجزيئي في هوائه الشعيري وفي الدم.

ويساوي في الهواء الحويصلي حوالي ١٠٠ – ١٠٦ ملم زئبق، أما في الدم الذي يسير نحو الكليتين في حالة الهدوء ٧٠ – ٨٠ ملم زئبق ، أما أثناء العمل العضلي فأقل بكثير.

إن الجزء الصغير الذي يذهب إلى الدم من الأوكسجين الموجود في البلازما حوالي ٠,٣ مل لكل ١٠٠ مللتر من الدم وعند درجة الصفر المئوية والضغط الجوي الذي يساوي ٦٧٠ ملم زئبق فإن ١٠٠ غرام من الهيموغلوبين باستطاعتها أن ترتبط بـ ١٣٤ جزئ من الأوكسجين، أما عند درجة الحرارة الاعتيادية فستكون هذه الكمية أقل بعض الشيء ويوجد في دم الإنسان البالغ ما يقارب من ١٤ – ١٦ غم من الهيموغلوبين وعليه فإن حجم الأوكسجين في الدم أي الكمية الإجمالية من الأوكسجين المرتبطة، عندما يتشبع الهيموغلوبين كلياً يمكن أن تساوي ٢٢ – ٢١ مليلتر من الأوكسجين لكل ١٠٠ غم من الدم.

يؤثر في قابلية الهيموغلوبين في ربط جزيئات الأوكسجين درجة الحرارة في الدم وتركيز أيونات الهيدروجين ، فكلما كانت درجة الحرارة منخفضة كانت قيمة PH أعلى وكان بالإمكان ربط كمية أكبر من الأوكسجين مع الهيموغلوبين. ويساعد تحرير co_2 من الدم في هواء الزفير على زيادة قلوية الدم وتشبع الهيموغلوبين بالأوكسجين وتحتوي جزيئة الهيموغلوبين على أربع هيمات (*haema*) وبإمكانها أن تربط أربعة جزيئات من الأوكسجين كحد أعلى.

وبعد تفاعل واحدة من الهيمات مع الأوكسجين فإن تقبل الهيموغلوبين للأوكسجين يزداد، وبذلك فإن ارتباط كل جزئ من جزيئات الأوكسجين اللاحقة ستصبح أكثر سهولة.

يذهب الدم المشبع بالأوكسجين إلى الدورة الدموية الكبرى ويضخ القلب في حالة الراحة ما يقارب من ٥ – ٦ لترات من الدم في كل دقيقة وهذا يعني سحب كمية مقدارها ٢٥٠ – ٣٠٠ مليلتر من الدم من الرئتين كل دقيقة. وخلال العمل يزداد حجم الدم في الدقيقة الواحدة إلى ٣٠ – ٤٠ لتراً. وهذا يعني زيادة كمية الأوكسجين الذي يحملها الدم إلى ٥ – ٦ لترات في الدقيقة الواحدة.

إن زيادة تواجد co_2 وغيرها من المواد الحامضية في التبادل وكذلك الزيادة الموضعية لدرجة حرارة الدم ستُنشىء في أنسجة الشعيرات ظروفاً لتعزيز انحلال الهيموغلوبين المؤكسد وتحرير الأوكسجين ، ولما كان تركيز الأوكسجين الطليق في أنسجة الشعيرات أكبر مما هو عليه في الفضاء الموجود داخل الخلية، لذا فإنه سينفذ إلى داخل الخلية. ويجري تبادل الأوكسجين داخل الخلايا بمساهمة الجيلوبين العضلي، الذي له مواصفات تركيب الهيموغلوبين نفسه، ويحمل الجيلوبين العضلي الأوكسجين إلى السبحيات حيث تجري عمليات الأكسدة، ومع تعزيز استخدام الأوكسجين من قبل السبحيات أثناء العمل العضلي فإن الجيلوبين العضلي يعطي احتياطياً من الأوكسجين ويبدأ باستلامه من هيموغلوبين الدم.

وللجيلوبين العضلي قابلية كيميائية كبيرة للتعامل مع الأوكسجين أكبر مما هي عليه عند الهيموغلوبين الأمر الذي يؤمن الاستخدام الأكبر للأوكسجين الذي يقدمه الدم للأنسجة.

احتياطي الطاقة أثناء العمل العضلي:

تساعد زيادة سرعة التفاعل الذي يؤمن إيصال الطاقة للعضلات العاملة بتعزيز تعبئة احتياطي مصادر الطاقة في الجسم. وينخفض احتياطي كرياتين الفسفور الذي يستخدم في اللحظات الأولى للعمل بسرعة لذلك ستصبح الكربوهيدرات بعد ذلك المصدر الأساسي للطاقة وستنفذ في الظروف اللاهوائية بالدرجة الأولى النشا الحيواني العضلي وتنشط هذه العملية بفعل أيونات الكالسيوم ca^{++} والأدرينالين والأسيتيكولين نسبة لفوسفات العضلات وهو إنزيم يعجل المرحلة الابتدائية لتحلل السكر. وعندما تكون فترة تنفيذ التمارين طويلة فإن احتياطي النشا الحيواني في العضلات يمكن أن يكون غير كاف وعندئذ تبدأ استخدام مصادر الطاقة خارج العضلات، وبالدرجة الأولى النشا الحيوانيً في الكبد. وهنا وقبل كل شيء أن ينشطر ليتحول إلى سكر يستطيع الدم أن يحمله إلى العضلات العاملة وتنحفز عملية شطر النشا الحيواني في الكبد بمساعدة الادرينالين وكلوكاجون (*glucagon*) ولا يمكن لاحتياطي الكربوهيدرات أن يستنفذ بالكامل لذا فمع زيادة فترة التمرين تلعب نواتج انحلال الدهون، الحوامض الدهنية وغيرها، دورًا متزايدًا في تزويد العضلات العاملة بالطاقة وطالما بقى مستوى السكر وحامض اللبنيك في الدم عالياً بما فيه الكفاية فإن تجديد الدهون من مستودعاتها ستكون عملية معقدة. كما أن انخفاض تركيز هذه المواد الميتابولية في الدم يسهل عملية انحلال الدهون.

إن انحلال الشحوم ينشط أيضًا بواسطة الادرينالين وهرمون الغدة النخامية كما يعزز أيضًا امتصاص الدم لشحوم الكبد وأكسدته مما يؤدي ذلك إلى تحرر أجسام كيتونية من الكبد وتذهب إلى الدم وتستهلك العضلات كميات كبيرة من الأجسام الكيتونية والحوامض الدهنية الحرة من الدم وتؤكسدها.

وبالإضافة إلى مضاعفة استهلاك الدهون في تبادل الطاقة يمكن أثناء العمل الطويل أن يحدث تكوين جديد للكربوهيدرات من مواد ذات طبيعة غير كربونية - ويؤثر في هذه العملية هرمون الكورتيزول (*cortizole*) ومن الممكن أن يحدث تكوين الكربوهيدرات بكميات صغيرة من الحوامض الدهنية أيضاً وتحدث هذه العملية بالدرجة الأساسية في الكبد.

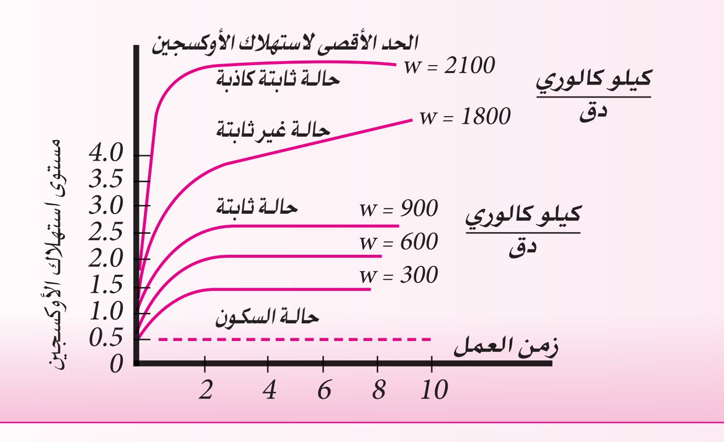
استهلاك الأوكسجين خلال العمل العضلي:

عند الانتقال من حالة السكون إلى نشاط عضلي مكثف يتضاعف احتياج الأوكسجين ببضع مرات، ولكن لا يمكن أن يتحقق على الفور، لابد من فترة زمنية كي يتعزز نشاط منظومة التنفس ومنظومة الدورة الدموية ولكي يمكن الدم الذي تشبع بالأوكسجين أن يصل إلى العضلات العاملة.

ومع تعزيز نشاط أنظمة إنتاج الطاقة يزداد تدريجياً استهلاك الأوكسجين في العضلات العاملة.

وفي الأعمال المتكافئة، إذا ازدادت قيمة تردد التقلصات القلبية عن ١٨٠ ضربة / دقيقة تتضاعف سرعة استهلاك الأوكسجين إلى تلك اللحظة التي تحل فيها حالة التوازن في عمليات ميتابولية حيث تبلغ قيمة الأوكسجين المستهلك مستوى ثابتًا يتناسب تماماً في كل دقيقة مع حاجة الجسم له. ويطلق على هذه الحالة الثابتة بالحالة الحقيقية. وتعتمد كمية الأوكسجين المستهلك في الحالة الثابتة على قدرة التمرين الذي سينفذ (شكل رقم ١٠).

الشكل (١٠) تغير مستوى استهلاك الأوكسجين اعتماداً على زمن العمل لقدرات مختلفة



وفي الأعمال ذي الشدة العالية « التى تتراوح ضربات القلب فيها بين ١٨٠ – ١٥٠ ضربة / دقيقة » فإن الحالة الثابتة سوف لن تحل ويمكن لكمية الأوكسجين المستهلك أن تتضاعف للنهاية أو لتلك الحالة التي يحل فيها الاستهلاك الأقصى للأوكسجين ومن الممكن ملاحظة في الحالة الأخيرة « حالة ذات استقرار كاذب » عندما يكون استهلاك الأوكسجين لفترة من الوقت (٦ – ١٠ دقائق) محافظاً على مستوى أعظم ثابت. ويحدث ذلك ليس بسبب أن حاجة الجسم للأوكسجين قد لبيت بالكامل ، وإنما بسبب نفاذ إمكانية منظومة الأوعية القلبية لإيصاله إلى أنسجة الجسم.

إن هذه الإمكانيات بالذات هي التي تحجم في أغلب الأحيان استهلاك الأوكسجين في الخلايا العضلية على الرغم من أن العوامل المحددة هي الكفاءة التأكسدية للخلايا العضلية العاملة نفسها وبالتحديد نشاط الأنزيمات التنفسية. ولا يمكن المحافظة على المستوى في الفترات الطويلة بسبب التعب، وعند العمل الكثيف فإن الاستهلاك الحقيقي للأوكسجين سيشكل جزءاً من الطلب على الأوكسجين ويشكل الفرق بين كمية الطلب على الأوكسجين

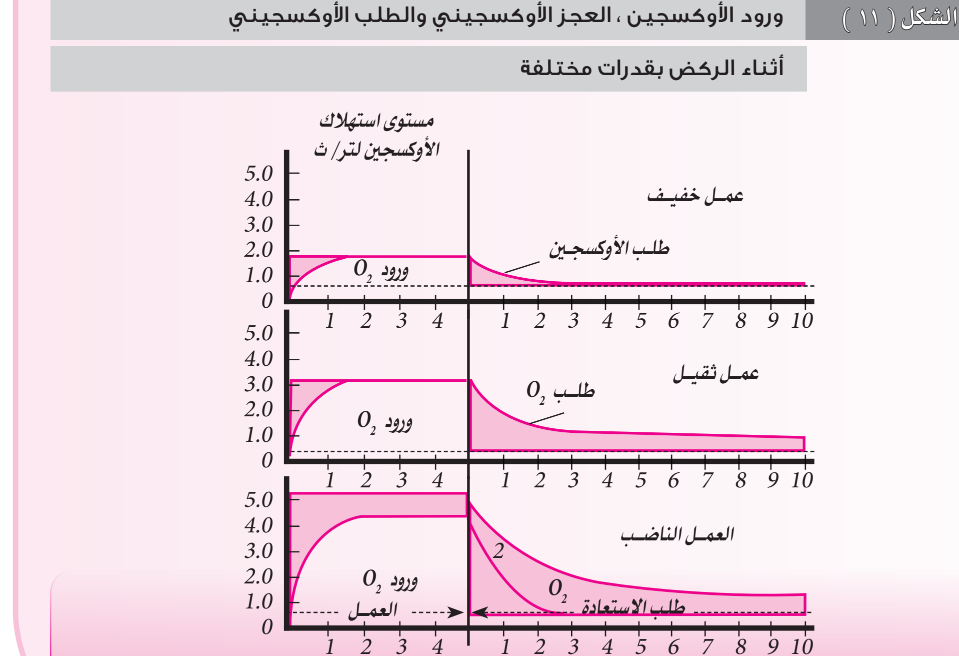
للعمل وبين الاستخدام الحقيقي للأوكسجين « بالعجز الأوكسجيني » لإعادة تكوين ATP. مما يقود لتراكم نواتج الانحلال اللاهوائي غير المؤكسد في الجسم. ومن خلال العمل الذي يمكن عند تحقيق الحالة المستقرة يستطيع جزء من الميتابول اللاهوائي أن يطرد بمرور الزمن بمساعدة تعزيز الفعالية الهوائية، أما الجزء الآخر فيطرد بعد العمل.

وإذا لم تحل الحالة المستقرة أو في الحالة المستقرة الكاذبة ستزداد كمية النواتج غير المؤكسدة بمرور الزمن. أما استبعادها فيتم في مرحلة الاستعادة.

تكوين الطلب الأوكسجيني أثناء العمل:

يمكن أن يحدث الاستبعاد اللاهوائي للميتوبوليات بطريقة الأكسدة الكاملة لحين بلوغ النواتج النهائية (CO_2 H_2) أو عن طريق إعادة التكوين، ولتحقيق هذه العمليات ينبغي توفر كمية إضافية من الأوكسجين لذلك سيبقى استهلاك الأوكسجين لفترة من الزمن الذي يعقب انتهاء العمل مرتفعاً مقارنة بمستوى السكون. ويطلق على الاستهلاك الأوكسجيني الفائض تسمية « الطلب الأوكسجيني » . وتكون قيمة الطلب الأوكسجيني دائماً أكبر من كمية العجز الأوكسجيني وكلما كانت الشدة أكبر وطول فترة العمل أطول، كلما كان الفرق بينهما أكبر (الشكل رقم ١١).

الشكل (١١) ورود الأوكسجين ، العجز الأوكسجيني والطلب الأوكسجيني أثناء الركض بقدرات مختلفة



وفي مرحلة الاستعادة وبعد أن ينجز العمل إذ تكون في الجسم كمية كافية من المواد ذات الصلة بالأنزيمات وتصبح عملية إيصال الأوكسجين إلى السبحيات غير محدودة.

سيعتمد مستوى استهلاك الأوكسجين على كميات جزيئات ATP الطليقة التي تنفذ واجب الرقابة التنفسية في السبحيات. وإن المواد ذات الصلة بالأنزيمات المشار إليها هي الميتابول اللاهوائي المتجمع أثناء العمل منها: حامض اللبنيك، السكريات ، وفي المراحل الختامية لعملية الاستعادة يمكن ذكر الحامض الزلالي أما مصدر ADP فيمكن اعتبار عملية إعادة تكوين فسفور الكرياتين من الكرياتين والنشا الحيواني من حامض اللبنيك والسكريات وكذلك استعادة الخرق الذي يحدث أثناء العمل في تركيب الأغشية الخلوية وصرف الطاقة للأنظمة التنفسية ونظام الأوعية القلبية، التي تحافظ على نشاطها لفترة معينة بعد انتهاء العمل. إن جزءاً من كمية الأوكسجين الفائض التي تستخدم في فترة الاستراحة تذهب لاستعادة احتياطاته في مستودعات الجلوبين العضلي وتهبط كفاءة استخدام الأوكسجين أثناء العمل المضني بسبب التنوع الخاص في عمليات أكسدة وتكوين ATP ويبقى هذا التنوع قائماً حتى بعد انتهاء العمل مما يؤدي إلى مضاعفة مستوى استخدام الأوكسجين مقارنة بحالة السكون.

تصبح العوامل المختلفة أثناء العمل ذات الطبيعة المتنوعة أساسية في عملية تكوين الطلب الأوكسجيني، فمثلا عند التنفيذ المتكرر للتمارين قصيرة الزمن تلعب إعادة تكوين فوسفات الكرياتين وثلاثي فوسفات الأدرنوزين دوراً حاسماً في تكوين الطلب الأوكسجيني، أما في حالة مضاعفة الجهد فإن دور إعادة تكوين النشا الحيواني يتضاعف، كما يتضاعف أيضا زمن الاستعادة الكاملة للشفاء.

وبعد تنفيذ العمل الذي يمكن أن تكون فيه حالة ثابتة، فإن استهلاك الأوكسجين يتم بطريقة أسرع، كما أن الطلب الأوكسجيني ينفذ نصفه خلال فترة ٢٧ - ٣٠ ث، وينفذ كاملاً بعد ٣ - ٥ دقائق.

كما يظهر عند تنفيذ عمل أكثر شدة في منحنى انخفاض استهلاك الأوكسجين طوران وهما: الهبوط الأولي الحاد، وإطالة عملية العودة إلى مستوى الراحة، إن مكونة الطلب الأوكسجيني السريع (هكذا يطلق على العملية اللاأسيدية) تساعد على التقويم التقريبي لحصيلة آلية العملية الفسفوكرياتينية في تأمين العمل بالطاقة.

أما المكونة البطيئة للطلب الأوكسجيني (الأسدية) فإنها تصلح عند تنفيذ أعمال قصيرة نسبياً لأن تعكس تنمية عملية التحول السكري ولكن عندما تكون العملية بطيئة فإن عملية التحول هذه ستؤثر عليها عمليات أخرى متعددة بحيث يتعذر هنا التقويم بدقة وتتضاءل المكونة البطيئة للطلب الأوكسجيني بعد مضي ١٥ - ٢٥ دقيقة وتنتهي بصورة كاملة بعد مرور ١,٥ ساعة.

تغيرات تحليل استهلاك الطاقة

في أعضاء وأنسجة انفرادية خلال الجهد العضلي:

يتطلب تعجيل وتقوية الانقباضات القلبية أثناء الجهد العضلي مضاعفة سرعة تبادل الطاقة في عضلة القلب ، من الواضح أنه توجد في العضلة القلبية شبكة كثيفة من الشعيرات الدموية ، يمر عبرها الدم الأكثر تشبعاً بالأوكسجين، ويحدث فيها نشاطاً عظيماً للأنزيمات في عمليات التبادل الهوائي، لذلك فإن عملية تبادل الطاقة الهوائية تتخذ أرجحية معينة في القلب وتعتبر الأحماض الدهنية والأجسام الكيتونية وتحلل السكر التي يحملها الدم المصدر الأساسي للطاقة في حالة الراحة النسبية.

أما في حالة الجهد العضلي لعضلة القلب فعندئذ يبدأ تدريجياً نمو عملية حامض اللبنيك في الدم وأكسدته، أما احتياطي النشا فيها فيبقى دون نقصان تقريباً.

يتعزز دور تبادل الطاقة في المخ خلال فترة الجهد العضلي، وهو ما يظهر من خلال مضاعفة استهلاك المخ للسكر والأوكسجين الموجودين في الدم، ومضاعفة سرعة تكوين النشا الحيواني، كما تتعزز عملية تحلل الزلال وتراكم (الأمونيا). يزود المخ تماماً كما يزود القلب، بالطاقة من خلال العمليات الهوائية، وعند تنفيذ أعمال بقدرة عالية أو بفترة زمنية طويلة فإنه يصبح من الممكن هبوط احتياطي بعض مركبات الفسفور في الخلايا العصبية، و من غير الممكن خلال فترة تنفيذ العمل ملاحظة الإزاحة البايوكيميائية التي تحدث بصورة مباشرة في العضلات العاملة ، ولكنها تجد انعكاساً في تغير تركيب الدم والبول وهواء الزفير ، وعليه .. فبمعرفة القوانين الأساسية لحدوث عمليات التبادل وانتشار المواد في الجسم يصبح بالإمكان تقويم التغير الحادث في عمليات تبادل الطاقة في العضلات وقابلية الجسم في مقاومة الخروقات التي يمكن أن تحدث في أعضائه الداخلية، إضافة إلى سرعة الاستجابة في حشد احتياطي الطاقة.

مؤشرات تحليل استهلاك الطاقة أثناء الجهد العضلي:

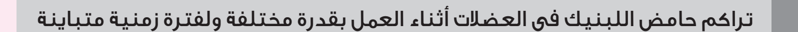
يعد استهلاك الأوكسجين أكثر المؤشرات دقة لشدة وحجم الآليات الهوائية في تأمين الطاقة. ويمكن لمستوى تطور التحلل السكري أن يقوم التغيرات التي تحدث خلال فترة العمل، وفي اللحظات الأولى للاستعادة في تركيز حامض اللبنيك. إن درجة إسهام عملية الفسفوكرياتين في تأمين الطاقة للعضلات يمكن أن تحدد بمساعدة تركيز نواتج انحلال كرياتين الفسفور في الدم كما يمكن الحكم على مساهمة الدهون في عملية الطاقة بمساعدة تركيز الدهون الطليقة والأجسام الكيتونية في الدم.

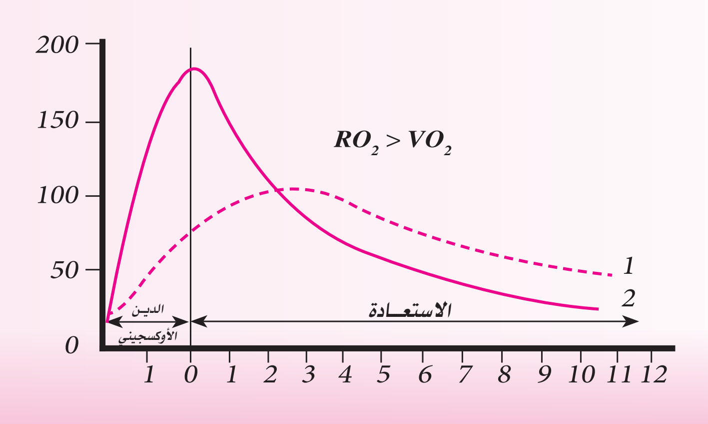
ويساعد تغير مؤشرات التوازن الحامضي - القلوي على الاستنتاج في قابلية الجسم بمقاومة التأثيرات السيئة للنواتج الحامضية في التبادل اللاهوائي.

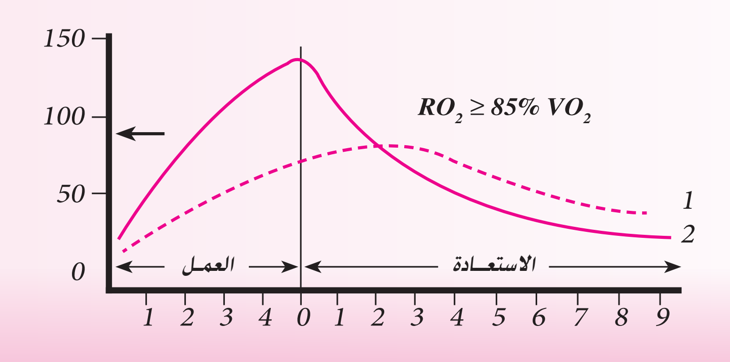
يعتمد تركيز النواتج العرضية للتبادل في الدم على تكوينها في الخلايا وانتشارها خلال الأغلفة الخلوية واستخدامها من قبل الأعضاء والأنسجة المختلفة، وعليه فإن المؤشر نفسه الذي يتم قياسه في الدم بدقة متباينة يمكن في ظروف متباينة للنشاط العضلي أن يعكس التغيرات التي تحدث في الخلايا العضلية. إن وجود السكر في الدم يعني أشياء كثيرة حول سرعة تحشيد احتياطي الكربوهيدرات في الكبد، ففي بداية العمل. وكذلك عند تنفيذ تمرين قصير الزمن بقدرة عالية يتضاعف تركيز السكر في الدم، ليؤشر السرعة القصوى لتحشيد النشا الحيواني والسرعة الأوطأ لاستخدام العضلات للسكر.

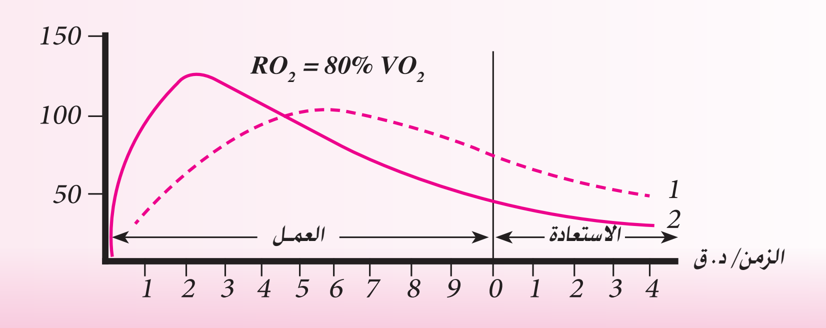
وعند تنفيذ عمل في ظروف مستقرة، فإن تركيزه في الدم يكون مقارباً لمستوى الراحة لأن سرعة وروده إلى الدم وسرعة استخدامه في العضلات متساوية تقريبًا. وعند تنفيذ عمل طويل يهبط تركيز السكر في الدم إلى دون مستوى الراحة، لأن احتياطي النشا الحيواني في الكبد وسرعة تحشيده تنخفض، في حين يبقى احتياج الخلايا إلى السكر عاليًا.

ويعطي تغير تركيز حامض اللبنيك في الدم تصورًا كافيًا حول شدة عملية التحلل السكري، ويتميز حامض اللبنيك بكفاءة سرعة تنافذه من العضلات العاملة إلى الدم، أما أكسدته اللاحقة أثناء التعب فتحدث بسرعة بطيئة، بحيث يعتمد تركيزه في الدم على سرعة التكوين في الخلايا العضلية وفي العادة يكون تركيز حامض اللبنيك في الخلايا العضلية أكبر بعض الشيء مما عليه في الدم، أما في تلك اللحظة حيث يصبح التركيز أكبر مما يمكن فعندئذ ستحل عملية التوازن. ويساوي تركيز حامض اللبنيك في الدم في حالة الهدوء ١,٠ - ٢,٠ غ / ل. وعند بداية العملية العضلية تتعزز عملية تكوين حامض اللبنيك في العضلات وخروجه من الدم بصورة قوية، وعندئذ فإن زيادة التركيز في الدم سوف لن يحدث مباشرة، إنما بعد مضي بضع دقائق على بداية العمل (الشكل رقم ١٢).


الشكل (١٢) تراكم حامض اللبنيك في العضلات أثناء العمل بقدرة مختلفة ولفترة زمنية متباينة





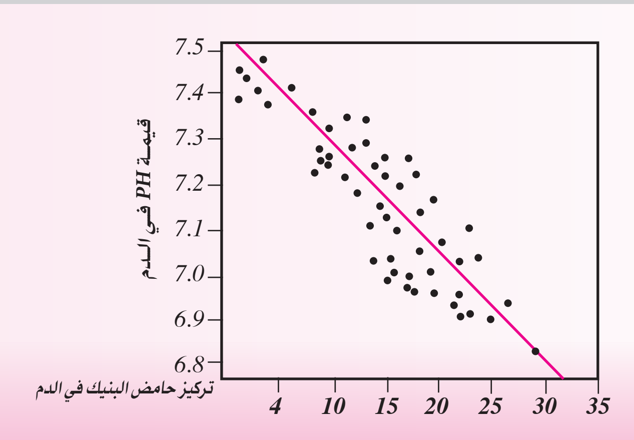


عند تنفيذ عمل خفيف أو معتدل (مستوى الأوكسجين يشكل ٥٠ ٪ من الحد الأعلى لاستهلاك الأوكسجين)، فإن تركيز حامض اللبنيك في الدم لا يكون كبيرًا (لا يتجاوز ٠,٤ – ٠,٥ غ /ل) وعند تنفيذ تمرين بطول لا بأس به (بمستوى طلب أوكسجين لا يزيد عن ٥٠ – ٨٥ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين)، فإن التركيز سيكون أكبر بكثير. إذ يصل إلى ١ – ١,٥ غ / ل. ومما تجدر الإشارة إليه هو أن تركيز حامض اللبنيك يتضاعف بسرعة في الدقائق ٢ – ١٠ من العمل.

وفي كل الأحوال، فإما أن يبقى محافظًا على هذا المستوى أو ينخفض، وعليه فإن القيمة العظمى لتركيز حامض اللبنيك في الدم ستحل في بداية التمرين طالما لم تتطور عملية التنفس وأن تكوينه لا يمكن مقارنته بعملية التخلص منه بالتأكسد. وعند تنفيذ تمرين يكون مستوى الطلب الأوكسجيني فيه لا يتجاوز ٨٥٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، فإن تركيز حامض اللبنيك في الدم يتضاعف تدريجيًا إلى أن يصل إلى القيمة العظمى. والتي يمكن ملاحظتها ليس في فترة التمرين إنما عند الدقيقة ٢ – ١٠ من فترة استعادة الشفاء.

إن تأخر القيمة العظمى لحامض اللبنيك في الدم يمكن أن يعلل بسبب خروج هذا الميتابول في الدم أثناء العمل. إضافة إلى استخدام طاقة التحلل السكري في فترة استعادة الشفاء لإعادة تكوين الكرياتين فسفور. وتشكل القيمة العظمى لحامض اللبنيك الذي لا يمكن أن يسبب ضررًا لجسم مدرب بصورة جيدة ٢ – ٢,٥ غ / ل في الدم وأكثر بعض الشيء في العضلات. أما عملية التقوية اللاحقة لتحلل السكر فلن تتم لأن القيمة الأكبر لتركيز حامض اللبنيك ستؤثر بصورة غير مرضية في الجسم، يعد حامض اللبنيك حامضًا شديدًا عند تفكك كمية كبيرة من أيونات الهيدروجين وأن جزءًا منه يمكن أن ترتبط بمنظومات محاليل في الخلايا والدم، وهنا ستلعب البيكربونات دورًا كبيرًا في الدم، كما ستلعب محاليل الزلال دورًا كبيرًا في الخلايا، وعندما ينفذ حجم منظومة المحاليل ستحدث إزاحة في الاتجاه الحامضي وفي الوسط ما دون الحامضي ويلاحظ قيام بعض المواد الحامضية المتكونة خلال العمل، كحامض الكربونيك والفسفوريك وغيرهما بدور معين ولكن دور حامض اللبنيك في هذه العملية يبقى الدور المتميز. كما توجد بين تركيز حامض اللبنيك وقيمة المؤشر PH في الدم علاقة عكسية واضحة (الشكل رقم ١٣).

الشكل (١٣) **العلاقة بين قيمة PH و تركيز حامض اللبنيك في الدم خلال عمل عضلي مضن**



عند انخفاض قيمة *PH* بأكثر من ٠,٢ مقارنة بمستوى الراحة ستهبط قيمة النشاط للعديد من الأنزيمات وبالدرجة الأساسية الفسفورية التي تراقب التفاعل الأساسي لتحلل السكر، لذلك ستنخفض سرعة تحلل السكر. ويؤدي انخفاض قيمة *PH* أيضًا إلى حدوث خرق لنشاط الخلايا العصبية. وإلى نمو إعاقات الحماية فيها، وتسوء عملية نقل الإشارة من العصب إلى العضلة، كما ينخفض تأثير انزيم *ATP* في نشاط الميوزين، وستهبط بسرعة انشطار *ATP*.

وبسبب التركيز العالي لحامض اللبنيك في الخلايا العضلية مضاعفة الضغط التناضحي (*osmoticus*) فيها مما يسبب نتيجة لذلك انتفاخها. وتضغط الخلايا المنتفخة على نهايات الأعصاب مما قد يسبب ظهور ألم في العضلات تساوي قيمة *PH* في حال الهدوء في الدم الشرياني ٧,٤ وفي الدم الوريدي ٧,٣٥ (بسبب الكمية الكبيرة للكربوهيدرات فيه) كما يمكن أن تنخفض هذه القيمة في النشاط العضلي إلى ٧,٠ ويستطيع العديد من الرياضيين المدربين بصورة جيدة تحمل قيمة ٦,٨ للمؤشر *PH*. ولكن قد يلاحظ في هذه الحالة في بعض الأحيان ظهور شعور بالغثيان والدوار وألم في العضلات.

إن إزاحة *PH* في الدم في الاتجاه القلوي الذي يستطيع الجسم تحمله بدون أن يحدث أي خرق حاد في عمليات التبادل يمكن أن يكون ٧,٦ إن تغير قيمة *PH* في الخلايا العضلية يكون دائمًا أكبر مما عليه في الدم ويشكل (فائض المحاليل القاعدية) و (البيكربونات القياسية) قيمًا لمؤشرات احتياطي المحاليل القلوية في الدم، بحيث أن الأول يعكس تغير الحجم الإجمالي للمحلول، في حين يعكس الثاني تغير حجم البيكربونات فقط.

يسبب فائض حامض اللبنيك تحلل محلول بيكربونات الخلايا في الدم. وينشأ نتيجة ذلك فائض (لاميتابولي) لحامض الكربونيك ($Excess\ Co_2$) أي حامض الكربونيك، الذي يرتبط تكونه بعمليات التأكسد البايولوجية، وبتحديد قيمة فائض Co_2 (اللاميتابولي) في هواء الزفير يمكن بدقة لا بأس بها تقويم درجة تطوير عملية التحلل السكري في العضلات العاملة، وتوجد في حالة الراحة علاقة محددة بين كمية الكربوهيدرات المتحررة في هواء الزفير (المؤشر الزفيري) والتي تعتمد على طبيعة المواد المؤكسدة للطاقة. وعند أكسدة كربوهيدرات هواء الزفير سيساوي المؤشر (١) في حين أكسدة الدهون تجعل قيمته تتراوح بين ٠,٧ و ٠,٧٥ ، وستصبح القيمة عند أكسدة الزلاليات ٠,٨ وعند التوازن للزلال والكربوهيدرات والدهون ٠,٧٥ وهكذا يمكن بمساعدة قيمة المؤشر الزفيري في حالة الراحة يمكن لدرجة ما الحكم على طبيعة المواد المؤكسدة في ظروف تحدث فيها عمليات تأكسدية، ولكن عند القيام بعمل عضلي مرهق فإن قيمة المؤشر الزفيري يمكن أن يتجاوز الواحد ليشير إلى ظهور فائض في حامض اللبنيك. يتغير تركيز الحوامض الدهنية والمواد الكيتونية في الدم عادة في علاقة عكسية مع وجود السكر وحامض اللبنيك، إذ أن استخدامها يتزايد مع زيادة فترة العمل، وعند العمل الطويل ستتضاعف بدرجة كبيرة كمية الفوسفات في الدم، لأنها تنشطر بشدة في الأنسجة المختلفة في حين يحدث اتحادها في الكبد بسرعة قليلة. بسبب العمل العضلي تغيرًا في وجود الزلال ونواتج انحلاله في الدم في حين يتضاعف وجود الزلال في بلازما الدم.

وبالأخص الأنزيمات الزلالية، نتيجة خروجها من الخلايا العاملة وإن العلاقة بين زلاليات الدم المختلفة تتغير، وتتضاعف كمية نتائج انحلال السكر منها: الحوامض الأمينية القادمة من الخلايا العضلية في الكبد و « الأمونيا » والبول. ويعتمد هذا التغير على طول فترة العمل، وفي الأعمال القصيرة المتكررة يكون خروج الزلال في الدم ضئيلاً، أما في حالة الأعمال الطويلة، عندما تتغير قابلية الغشاء في التنافذ، فإنه يتضاعف بطريقة بحيث إن الزلال يمكن أن يظهر في البول أيضاً.

إن مستوى الأمونيا يتضاعف كثيرًا عندما لا يحدث توازن في الحالة الثابتة للعمليات الميتابولية، وكذلك في حالة تنفيذ حمولة عضلية طويلة ويؤدي العمل الطويل إلى مضاعفة وجود البول في الدم بحوالي ٤ - ٥ أضعاف، ويتعزز انشطار الزلال خاصة عند تنفيذ العمل الذي تتخذ العمليات اللاهوائية أرجحية معينة عند تأمين الطاقة.

التغيرات البايولوجية عند أداء التمارين ذات الطبيعة المنتظمة:

يعتمد تغير سرعة العمليات الميتابولية أثناء النشاط العضلي على العدد الإجمالي للعضلات، التي تساهم في أداء العمل ونظام عمل العضلات (الاستاتيكي أو الديناميكي) والشدة والفترة وعدد التمارين المتكررة وكذلك على فترة الراحة بين التمارين.

تقسم العضلات تبعًا لعددها المشارك في أداء الواجب إلى عضلات موضعية (إذا ساهم ١/٤ العدد الإجمالي لعضلات الجسم) وشاملة إذا ساهم ٣/٤ العدد الإجمالي لعضلات الجسم بسبب العمل الشامل (مشي، الجري الطويل، الضاحية، السباحة... الخ) تغيرات بايوكيميائية كبيرة في جميع أعضاء الجسم وأنسجته.

أما العمل الموضعي (سحب القوس أثناء الرمي...) فإنه يمكن أن يحدث تغيرات في العضلات العاملة ولكن تغيرات بايوكيميائية كبيرة في الجسم لن تحدث، ويسبب العمل الشامل تمارين الجمناستك المختلفة، ضرب الكرة من وضع الوقوف.. الخ) تغيرات بايوكيميائية أكبر مما يسببه العمل الموضعي.

وكلما انحصر موضع العمل أكثر (عند تنفيذ عمل عضلي خارجي بحجم واحد) كلما كانت نسبة التفاعلات اللاهوائية في تأمين الطاقة أكبر ويسبب العمل الشامل نشاطًا أكبر للجهاز التنفسي ومنظومة الأوعية القلبية. وهنا تؤمن العضلات بالأوكسجين بطريقة أفضل، لذلك يساهم في عملية تأمين الطاقة لها وبنسبة كبيرة تفاعل إعادة تكوين *ATP*.

ويؤثر النشاط العضلي بصورة كبيرة في المتغيرات الميتابولية، ويؤدي النظام الاستاتيكي للتقلص العضلي للضغط على الشعيرات، وإذا كانت قوة الانقباض كافية وتتجاوز ضغط الدم في الشرايين فإنها تؤدي إلى ضعف تأمين العضلات بالأوكسجين والمواد الغذائية ويساهم التفاعل اللاهوائي بحصة كبيرة في هذا العمل. ويؤمن النظام الديناميكي تأمين الأنسجة بالأوكسجين بصورة أفضل، لأن تقلص العضلات المتقطع تكون كمضخة من نوع خاص يدفع بالدم خلال الشعيرات. ولا تحتاج الراحة التي تعقب العمل الاستاتيكي إلى السكون وإنما إلى عمل ديناميكي (مثلا يحتاج الرباع بعد أداء حركات الرفع بثقل كبير إلى المشي كي يرتاح بسرعة).

تعتمد العمليات البايوكيميائية على قدرة العمل العضلي المنفذ واستمراريته ويظهر ذلك من خلال الآتي: كلما كانت القدرة أكبر كلما ازدادت سرعة انشطار *ATP* أكبر، وكانت إمكانية تلبية الطلب الأوكسجيني من خلال العمليات التنفسية أقل، وبالتالي فإن العمليات اللاهوائية لإعادة تكوين *ATP* أكبر.

إن زيادة قدرة العمل المنفذ يؤدي إلى مضاعفة مستوى استهلاك الأوكسجين وسرعة تأمين الطاقة الهوائية إلى القيمة القصوى، وعندما تقترب القدرة من القيمة العظمى، ستنخفض حصة العملية الهوائية في تأمين الطاقة، ولكن هذا يحدث ليس بسبب انخفاض الحاجة إلى الطاقة وإنما لأن هذا العمل يكون قصيرًا نسبيًا، لذلك لا تتمكن العمليات الهوائية من التطور بصورة كاملة. وتدعى القدرة التي يصل فيها الجهد إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بالقدرة الحرجة.

وإلى أن يتم بلوغ القدرة الحرجة، فإن أية زيادة في ثقل العمل ستصاحبه زيادة طردية في العمليات الهوائية لإعادة تكوين ATP. وإذا ما تم تجاوز القدرة الحرجة فإن ثقل العمل يمكن أن يزداد باتجاه العمليات اللاهوائية. ولكن تطورها يبدأ عند قدرة أوطأ من القدرة الحرجة ويطلق على قدرة التمارين التي يلاحظ فيها لأول مرة نمو العمليات اللاهوائية «بعتبة التبادل اللاهوائي». وتساوي هذه العتبة عند الأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة ٤٥ - ٥٠ ٪ من القدرة الحرجة، كما تساوي عند الرياضيين ٦٠ - ٧٥ ٪. وعند تجاوز عتبة التبادل اللاهوائي تتضاعف بشدة حصة التفاعلات اللاهوائية في تأمين العمل. وتجدر الإشارة هنا إلى أن المضاعفة الكبيرة التي تحدث في نواتج الطاقة عند تحلل السكر.

إن أكبر دور لتحلل السكر كمصدر للطاقة، هو ذلك الدور الذي يتحقق عندما تكون القدرة مساوية ٦٠ - ٨٥ ٪ من القدرة العظمى. أما القدرة التي يتم عندها بلوغ أكبر تطور لعملية تحلل السكر فيطلق عليها القدرة القليلة، ويطلق على القدرة القصوى الممكنة للإنسان بالقدرة اللاهوائية العظمى. وعندها يمكن بلوغ القيمة العظمى لسرعة تكوين الطاقة في عملية الفسفوكرياتين. ترتبط قدرة العمل بصورة طردية مع استمرارية العمل نفسه، فكلما كانت القدرة أكبر كلما حصلت التغيرات البايوكيميائية بصورة أسرع مما يؤدي ذلك إلى التعب وكلما كانت فترة العمل أقصر، وإذا وضعت هذه العلاقة بشكل منحنى بحيث يمثل المحور الرأسي لوغاريتم القدرة (أو السرعة) ويمثل المحور الأفقي لوغاريتم الزمن الأعظم للعمل بهذه القدرة، فإن المنحنى سيتخذ شكل خط منكسر مقسوم إلى أربعة أقسام تمثل أربع مناطق للقدرة النسبية (بموجب تصنيف الباحث ب، س، فرافل) العظمى، ودون العظمى، كبيرة، معتدلة، وتساوي الفترة الزمنية القصوى للعمل في حقل القدرة العظمى ١٥ - ٢٠ ثا وفي حقل دون العظمى ٣٠ ثانية ولغاية ٢ - ٣ دقائق، وفي حقل القدرة الكبيرة لغاية ٣٠ دقيقة.

وأخيرًا في حقل القدرة المعتدلة ٤ - ٥ ساعات. إن وجود عدد من العناصر في المنحنى اللوغاريتمي للعلاقة بين القدرة، والزمن، يعني أن العوامل التي تحدد كفاءة الجسم في مناطق القدرة المختلفة متباينة أيضاً، ويؤمن العمل الذي ينفذ في منطقة القدرة العظمى بالطاقة بالدرجة الأساسية بواسطة التحلل السكري اللاهوائي، وتظهر في الدم وبكمية كبيرة كميات من حامض اللبنيك، (يمكن أن يصل تركيزه إلى ٢,٥ غ / مل، فأكثر) ويمكن للطلب الأوكسجيني عند تنفيذ مثل هذا العمل أن تبلغ كميته ٢٠ - ٣٠ لتراً، في حين يتجاوز مستوى صرف الطاقة بحوالي ٤ - ٥ مرات القيمة العظمى للإنتاج الهوائي للطاقة ويتضاعف عند نهاية العمل حصة العمليات الهوائية في تأمين الطاقة له.

ويكون الدين الأوكسجيني في هذه المنطقة، هو الأكبر بالقيمة المطلقة (٢٠ لترًا) ويشكل ٥٠ - ٩٠ ٪ من قيمة الطلب الأوكسجيني، كما تتطور عملية تحشيد النشا الحيواني في الكبد

ويمكن لمستوى السكريات في الدم أن يبلغ ٢ غ / ل وتحت تأثير نواتج الانحلال اللاهوائي تتغير نفاذية الحجاب الخلوي للزلاليات وتتضاعف كمياته في الدم ويمكن لها أن تخرج مع البول إذ تصل نسبة تركيزها إلى ١,٥ ٪.

أما في منطقة القدرة الكبيرة تتخذ مصادر الطاقة الهوائية الأهمية الأساسية عندما يكون مستوى نمو عمليات التحلل السكري كبيرة، وتتخفض بشدة حصة العمليات اللاهوائية كلما طالت الفترة الزمنية، ويمكن في مثل هذه القدرة للطلب الأوكسجيني أن يبلغ ٥٠ – ١٥٠ لتراً، كما يتضاعف مستوى صرف الطاقة بحوالي ١,٥ – ٢ مرة أكبر من الإنتاج الهوائي للطاقة، ويساوي تركيز حامض اللبنيك في الدم ١,٨ – ١,٥ غ / ل والسكريات حوالي ١,٥، أما تركيز الزلاليات في البول فيكون أقل مما هو عند العمل بالقدرة دون القصوى ويساوي ٠,٦ ٪ تقريباً، ويكون تنفيذ التنظيم على أشده في منطقة القدرة المعتدلة إذ تتخذ العملية الهوائية لإنتاج الطاقة قيمتها العظمى. ومن الممكن أن تتخذ قيمة الطلب الأوكسجيني ٥٠٠ – ١٥٠٠ لتر والدين الأوكسجيني يتجاوز ٥ لترات، كما يساوي تركيز حامض اللبنيك في الدم ٠,٦ – ٠,٨ وهو يمكن أن يتم التخلص منه أثناء سير العمل، وتنخفض قيمة السكريات في الدم إلى دون ٠,٨ غ / ل نتيجة الاستهلاك الشديد لاحتياطي النشا الحيواني في الكبد، وتظهر في البول نتائج انحلال الزلال بكميات كبيرة كما يؤشر فقدان كبير للماء والأملاح المعدنية في الجسم.

الفصل الثاني

تحليل استهلاك الطاقة
أثناء الجهد البدني
وفي فترة الراحة

المقدمة

عند تنفيذ أي نشاط عضلي طويل ، تتنامى حالة توصف بزمن هبوط الكفاءة يطلق عليها – حالة التعب – وهذه ليست حالة مرضية، إنما هي حالة عادية للجسم تقوم بدور دفاعي، وهي تعطي إشارة حول قرب المتغيرات البايولوجية والوظيفية غير مريحة وتظهر نتيجة العمل ، وهي تعمل بصورة آلية لتخفيف شدة العمل العضلي.

وينخفض في حالة التعب تركيز ATP في الخلايا العصبية، كما يتغير تكوين الأستيل كولين في بعض التشكيلات، وكنتيجة لذلك يتغير نشاط تردد التقلصات القلبية لتكوين إشارات حركية، ونقلها إلى العضلات العاملة ، وتتباطأ سرعة معاملة الإشارات التي ترد من المستقبلات ، ويتنامى في المراكز الحركية الكبح الوقائي الذي يرتبط بتكون محلول حامضي، وفي حالة التعب يستنفذ نشاط الغدد الصماء، الأمر الذي يؤدي إلى هبوط إنتاج الهرمونات وانخفاض نشاط عدد الهرمونات، ويؤثر هذا قبل كل شيء على ATP في الألياف العضلية التي تراقب تحويل الطاقة الكيميائية إلى شغل ميكانيكي، وعدد انخفاض سرعة شطر ATP في ألياف عضلية ستهبط آلياً قدرة العمل المنفذ، وينخفض في حالة التعب نشاط الأنزيمات الأكسدة الهوائية ويخرق تمازج تفاعل أكسدة وإعادة تكوين ATP ومن أجل الحفاظ على المستوى المطلوب لـ ATP يحدث تعزيز داخلي لتحلل السكر، الذي تصاحبه عملية أكسدة الأوساط الداخلية ويتغير تجانس الوسط، ويصاحب تعزيز التعويض الذي يحدث في التشكيلات الزلالية مضاعفة لوجود البول في الدم.

ويحدث في العضلات العاملة عند التعب نفاذ احتياطي مصادر الطاقة (الفسفوكرياتين والنشا الحيواني) وتتجمع نواتج الانحلال (حامض اللبنيك) وتؤثر حالات تغيرات حادة للوسط داخل الخلايا، وهنا يحدث خرق لتنظيم تلك العمليات المتعلقة بتأمين العضلات بالطاقة، وتظهر تغيرات لاختزال أسباب نمو التعب عند أداء عمل عضلي غير معروف تماماً. وينظر إليها في أغلب الأحيان كمجموعة ظواهر يكون سبب هبوط الكفاءة فيها هو خروج واحد من عناصر تلك المجموعة في المشاركة الجادة في العلاقات المتبادلة في أنظمة الأعضاء والوظائف التي تؤمن تنفيذ العمل، أو خرق العلاقات بين الأنظمة، واستناداً إلى ظروف النشاط العضلي والمميزات الذاتية للجسم فإن دور الحلقة القيادية في تطوير التعب يمكن أن تأخذ على عاتقها أي عضو أو وظيفة إذ يصبح عملها في لحظة زمنية معينة غير ملائم للجهد المطلوب، وعليه فإن أول سبب للتعب يصلح أن يكون هو انخفاض مصادر الطاقة للجسم وهبوط نشاط الأنزيمات الأساسية بسبب تضاؤل تأثير نواتج الميتابولي للنسيج.

وتغير وحدة التركيبة الوظيفية الناجم عن عدم اكتفاء التأمين، إن تحديد الحلقة الأساسية في كل حالة محددة يمكن أن يتم في ضوء قياسات دقيقة جداً وتحليل كمي مضبوط لنتائج العمل المنفذ.

وعادة عند تنفيذ عمل قصير مكثف، فإن السبب الأساسي للتعب يمكن أن يكون نتيجة الإعاقة الوقائية بسبب تغير توازن ADP / ATP ونضوب العضلين في ATP للعضلات العاملة تحت تأثير نواتج التبادل المتراكمة، وعند تنفيذ عمل معتدل نسبي وطويل فإن السبب الأساسي للتعب ستصبح تلك العوامل التي ترتبط بخرق نشاط آليات تأمين الطاقة (مثلا نفاذ احتياطي النشا الحيواني داخل العضلات أو تراكم نواتج الدهون غير المؤكسدة كلياً) وكذلك بانخفاض تهيج العضلات الناجم عن خروج البوتاسيوم الموجود في فضاء ما بين الخلايا.

تحليل استهلاك الطاقة في فترة الراحة التي تعقب عملاً عضلياً:

في فترة الراحة التي تعقب تنفيذ عمل عضلي، تزول التغيرات التي تحدث في العضلات وغيرها من أعضاء الجسم أثناء تأدية العمل تدريجياً ولعل أكثر وضوحاً في التغيرات هى تلك التي يعثر عليها في مجال تبادل الطاقة، وهي تكمن كما وردت الإشارة لذلك سابقاً. هو أنه خلال تنفيذ الأعمال في العضلات ينخفض تركيز مواد تحول الطاقة (فسفوكرياتين، النشا الحيواني) وعند تنفيذ العمل بفترات طويلة ينخفض تركيز الليبيد، وتتضاعف كمية نواتج التمثيل الغذائي داخل الخلايا H_3PO_4 ، ADP حامض اللبنيك والأجسام الكيتونية وغيرها.

إن تراكم نواتج التمثيل الغذائي (العامل) وتقوية النشاط الهرموني تحفز العمليات التأكسدية في الأنسجة أثناء فترة الاستراحة التي تعقب العمل ، مما يساعد في استعادة مواد احتياطي الطاقة داخل العضلات ويؤدي لحدوث التوازن المائي – الكهربائي في الجسم ويؤمن حدوث تكوين الزلال في الأعضاء التي تخضع لتأثير الجهد واعتماداً على الاتجاه العام للتغيرات البايوكيميائية في الجسم والزمن اللازم لاستعادتها إلى الوضع الطبيعي يمكن إفراد نوعين من عمليات الاستعادة : سريعة ومتأخرة.

تنتشر الاستعادة السريعة في ٠,٥ – ١,٥ ثانية من الراحة التي تعقب العمل، وهي تؤدي إلى إزالة نواتج الانحلال اللاهوائي المتراكمة خلال فترة العمل والتعويض عن الدين الأوكسجيني المتكون. أما الاستعادة المتأخرة فتنتشر خلال ساعات عديدة من الراحة التي تعقب العمل. وهي تكمن في تقوية عمليات التبادل المرن وتستكمل خلال هذه الاستعادة عودة احتياطي الجسم من الطاقة إلى الحالة الطبيعية، ويقوى تكوين الزلاليات التركيبية والأنزيمية التي تحطمت خلال العمل.

وكما يبدو من (الجدول رقم ٤) فإن عمليات الاستعادة الناجمة في مرحلة الاستراحة التي تعقب عملاً عضلياً تجري بسرعة مختلفة وتنفذ في فترات مختلفة (ظاهرة الأزمان المختلفة) ولعل احتياطي O_2 وفسفوكرياتين هما أول من يتم استعادتهما في العضلات ويعقبها فيما بعد النشا الحيواني في الكبد واحتياطي النشا الحيواني ويتم في المرحلة الأخيرة استعادة احتياطي الدهون التي تحطمت أثناء عمل التركيب الزلالي.

جدول رقم (٤)

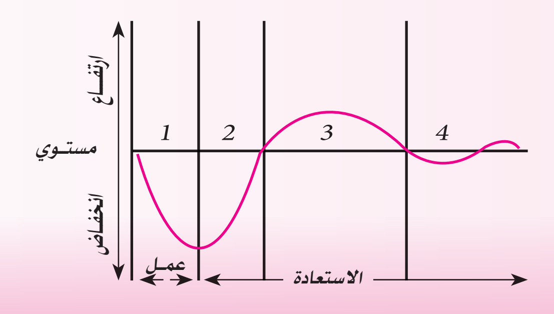
يمثل الزمن اللازم لإتمام استعادة العمليات البايوكيميائية المختلفة خلال الراحة التى تعقب عملا عضلياً شديداً

العمليـــة	زمـن الاستعـــادة
استعادة احتياطي O_2 في الجسم	من ١٠ إلى ١٥ ث
استعادة الاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي في العضلات	من ٢ لغايـة ٥ دقيقة
تعويض الدين الأوكسجيني	من ٣ لغايـة ٥ دقيقة
إزالة حامض اللبنيك	من ٠,٥ لغايـة ١,٥ ساعة
تعويض الدين الأوكسجيني الأسيدي	من ٠,٥ لغايـة ١,٥ ساعة
إعادة تكوين احتياطي النشا الحيواني داخل العضلات	من ١٢ لغايـة ٤٨ ساعة
استعادة احتياطي النشا الحيواني في الكبد	من ١٢ لغايـة ٤٨ ساعة
تعزيز تكوين الزلال التركيبي والأنزيمي	من ١٢ لغايـة ٧٢ ساعة

تعتمد شدة جريان عمليات الاستعادة وزمن اكتمال احتياطي الجسم من الطاقة على شدة استهلاكها خلال فترة تنفيذ التمارين. يؤدي تكثيف عمليات الاستعادة إلى أنه وفي لحظة معينة من الاستراحة التي تعقب أداء العمل يتجاوز احتياطي مواد الطاقة المستوى الذي سبق بداية العمل ، وقد أطلق على هذه الظاهرة بـ « فوق التعويض » أو « فوق الاستعادة » كما في (الشكل رقم ١٤) ، وهذه الظاهرة هي عرضية إذ بعد طور التجاوز الكبير للمستوى الأول تتم عملية استعادة تركيز مواد الطاقة إلى الوضع الطبيعي.

الشكل (١٤) ظاهرة فوق التعويض خلال استعادة مصادر الطاقة أثناء مرحلة الاستراحة بعد العمل :

١- طور النضوب ٢- الاستعادة ٣- الاستعادة الفائقة ٤- الحالة الثابتة



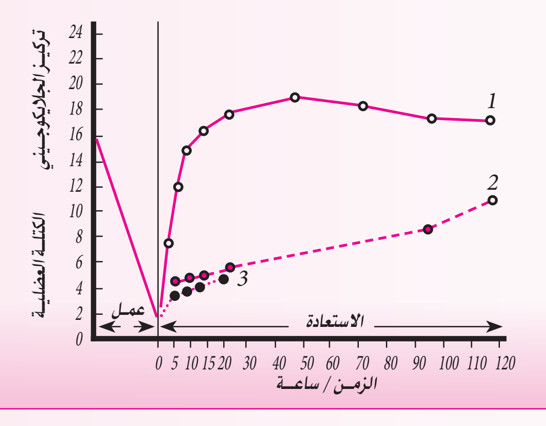
وكلما كانت صرفيات الطاقة أكبر أثناء العمل، كلما جرت عملية إعادة تكوين الطاقة بصورة أسرع، وهذا يعني سيحصل تجاوز لقيمة المستوى الأول في طول فوق التعويض. ولكن هنا لا بد من الإشارة إلى أن استخدام هذه القاعدة يمكن أن يتم في حدود معينة فقط. وعند أداء عمل مرهق جداً ويرتبط بصرف كمية كبيرة من الطاقة وتراكم كميات من نواتج الانحلال، فإن سرعة عملية الاستعادة يمكن أن تنخفض في حين يمكن بلوغ طور التعويض في فترة متأخرة جداً. كما أن وضوحها يكون بدرجة أقل.

يعتمد طول فترة فوق التعويض على الاستمرارية الإجمالية لتنفيذ العمل وعمق المتغيرات البايوكيميائية التي تحدث في الجسم. وبعد أداء عمل قوي قصير فإن هذا الطور يحل سريعاً ويتم بصورة سريعة أيضاً، فعلى سبيل المثال عند استعادة احتياطي النشا الحيواني داخل الخلايا يلاحظ أن هذا الطور سيكون موجوداً بعد مضي ٣ - ٤ ساعات من الراحة ويستكمل بعد مضي ١٢ ساعة بعد انتهاء العمل، وبعد تنفيذ عمل طويل بقدرة معتدلة فإن فوق تعويض النشا الحيواني سيحل بعد مضي ١٢ ساعة، ويلاحظ خلال فترة ٤٨ - ٧٢ ساعة بعد انتهاء العمل، إن سبب فوق التعويض يرتبط بمضاعفة تركيز الهرمونات في فترة الراحة التي تعقب تنفيذ العمل وتكوين الزلال والأنزيمات التي تراقب عملية استعادة مواد الطاقة، لإعادة تكوين

مواد الطاقة التي تحطمت أثناء العمل ينبغي أن تكون الطاقة ليست فقط ممكنة الاستخدام بشكل ATP وإنما بشكل مواد أخرى، تعتبر مواداً أولية في عملية الاستعادة ، ومن أجل إعادة تكوين النشا الحيواني في العضلات لابد من الحفاظ على مواد احتياطية داخلية ومنها حامض اللبنيك والسكر الذي يتكون من مواد طبيعية لا عضوية، ولكن من أجل إظهار فوق تعويض النشا الحيواني، فإن هذه المصادر غير كافية لذلك، ولا بد من ورود كميات إضافية من الأغذية الكربوهيدراتية (الشكل رقم ١٥).

الشكل (١٥) تأثير تناول الكربوهيدرات مع الطعام في استعادة احتياطي النشا الحيواني في العضلات خلال فترة الراحة التي تعقب العمل :

١- وجبة غنية بالكربوهيدرات ٢- وجبة دهنية زلالية ٣- بدون طعام



تتعزز في مرحلة الاستعادة بصورة شديدة تكوين الزلال وخاصة بعد تنفيذ عمل كبير، ويصاحب ذلك تخلخلٍ عميق ولكن تنشيط تكوين الزلال يتنامى بصورة بطيئة جداً وتستمر فترة غير طويلة، فمثلاً اذا كان احتياطي النشا الحيواني يستعاد بعد انتهاء العمل بفترة ٦ – ٨ ساعات ، فإن عمليات التبادل (anabolitic) تعود إلى الوضع الطبيعي بعد تنفيذ العمل نفسه خلال ٤٢ – ٤٨ ساعة ، إذا صاحب العمل إفراز عرق كثير فعندئذ سيستكمل احتياطي الماء والمياه المعدنية في مرحلة الاستعادة وتشكل المواد الغذائية المصدر الرئيس للمواد المعدنية.

التغيرات التي تحدث في تحليل الطاقة أثناء الراحة:

إن التغيرات التي تحدث في تحليل استهلاك الطاقة ، والتي تحصل في العضلة أو الأعضاء الأخرى ستتوقف عند فترة الاستراحة. حيث إن هذه الفترة تتميز بسيطرة عمليات الأكسدة وعمليات الفسفرة المصحوبة بالأكسدة. كما إن الحاجة للأوكسجين في بداية فترة الاستراحة بعد قيام العضلات بجهد عنيف ستزداد بشكل واضح.



أما السبب الرئيس لزيادة العمليات الكيميائية المصحوبة بالأكسدة في هذه الفترة فيمكن تلخيصها بما يلي:

إن كمية ثلاثي فوسفات الأدينوزين ستنخفض في خلايا العضلة وبعض الأنسجة والأعضاء الأخرى بعد التمارين العنيفة، وذلك بسبب تحلله إلى ثنائي فوسفات الأدينوزين وفوسفات وطاقة.

وعلى هذا فستزداد نسبة ثنائي وأحادي فوسفات الأدينوزين، وكذلك كمية الكرياتين غير متحول إلى فوسفات الكرياتين بنسبة ملحوظة.

وكما هو معلوم ، فالنقص الكبير في كمية ثلاثي فوسفات الأدينوزين يتطلب وجود كمية كبيرة من الأوكسجين لغرض تعويضه، وهذا الأوكسجين يمكن الحصول عليه عن طريق أجهزة التنفس، ويستخدم لغرض العمليات أو التفاعلات التي تؤدي إلى تعويض النقص في كمية ثلاثي فوسفات الأدينوزين، وعلى ذلك ففي الفترة التي تعقب أداء الشغل العنيف مباشرة يكون الدم حاوياً على مواد غير تامة الاحتراق مثل حامض اللبنيك (اللاكتيك) والليبيدات والأجسام الكيتونية. كل هذه المواد تكون مهيئة للاحتراق عند مأخذ الأوكسجين في فترة الاستراحة التي تعقب الشغل العنيف. هذا الاحتراق تتولد عنه طاقة يخدم جزء منها عملية الفسفرة وتكوين مركبات فوسفاتية غنية بالطاقة تكون مستعدة لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين، وتزداد سرعة هذه العمليات في فترة الاستراحة حتي تسيطر العمليات البايوكيميائية التي كانت سائدة قبل إجراء الشغل العنيف.

وبصورة عامة يمكن القول إن سرعة الرجوع إلى هذه العلاقات التي كانت سائدة قبل الشروع بالشغل يكون أسرع بعد انتهاء التمارين العنيفة التي تستمر لوقت قصير، من التمارين المتوسطة الشدة والتي تستمر لمدة طويلة.

ففي التمارين التي تستمر لمدة طويلة جداً، مثل التزحلق على الجليد لمسافات طويلة أكثر من ٥٠ كم أو الماراثون أو سباق الدراجات لمسافات طويلة، سوف يحتاج الجسم إلى فترة راحة طويلة لكي تعود الحالة البايوكيميائية للأعضاء إلى ما كانت عليه قبل التمرين، كما تزداد الحاجة إلى الأوكسجين عن الحد الاعتيادي لمدة يومين بعد انتهاء التمرين.

أما الفترة الزمنية اللازمة لعودة نفس الكمية من المواد والمركبات المختلفة إلى ما كانت عليه قبل التمرين فتختلف : ففي العضلات مثلاً تجري أولاً إعادة بناء فوسفات الكرياتين ثم الكلايكوجين وأخيراً، البروتين. أما استعادة المستوى الطبيعي لثلاثي فوسفات الأدينوزين في العضلة فسيكون في نهاية كل العمليات السابقة لأنه يشارك دائماً في إعادة بناء المواد السابقة، ولذلك فهناك حاجة مستمرة لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين في طور الراحة.

إن إعادة بناء المواد السابقة في فترة الاستراحة بعد أداء عمل عنيف لمدة ١٥ دقيقة في عضلات الحيوانات تكون كما يلي:

٣٠ – ٤٠ دقيقة تلزم لاستعادة نفس الكمية من فوسفات الكرياتين التي كانت موجودة قبل أداء الشغل. وساعة واحدة لإعادة بناء الاكلايكوجين وست ساعات لاسترجاع البروتين. وكل عمليات إعادة البناء هذه تتم بمشاركة ثلاثي فوسفات الأدينوزين، ولهذا فاستعادة الكمية الطبيعية له في العضلة ستكون متأخرة.

إن العمليات البايوكيميائية لا تجري بوقت واحد في الأعضاء المختلفة، ففي القلب مثلاً (عضلة القلب) يجري بناء الاكلايكوجين ويستعيد نسبته الطبيعية بعد استعادة المخ ، أي تجري عملية استعادة كمية الكلايكوجين الطبيعية في المخ قبل عضلة القلب وبعد ذلك في العضلات وأخيراً في الكبد.

إن إعادة بناء الكلايكوجين في المخ والعضلات والقلب يمكن أن يتم على حساب الاحتياطي من الكاربوهيدرات الموجودة في الأعضاء. أو من الكلوكوز الموجود في الدم حيث سوف يستخدم لإعادة بناء كلايكوجين المخ والقلب والعضلات. وكذلك جزئياً من حامض اللبنيك (اللاكتيك) المتكون أثناء أداء الشغل أو من الكاربوهيدرات المعاد توزيعها على الأعضاء، وفي الحالة الأخيرة سيجري تحلل للكلايكوجين المتجمع في الكبد حتى في طور الاستراحة، والكلوكوز المتجمع في الدم سيستخدم في إعادة بناء كلايكوجين المخ والقلب والعضلات.

أما الرجوع إلى المستوى الطبيعي من الاكلايكوجين في الكبد فيتم بصورة رئيسة عن طريق تناول المواد الغذائية وخاصة الكاربوهيدرات.

التغيرات التي تحدث في استهلاك الطاقة عند التعب:

تتميز حالة التعب بعدم مقدرة الأعضاء على الاستمرار في إنجاز شغل، بسبب قيامها بعمل عنيف أو عمل ذي مطاولة كبيرة يزيد على مقدرتها وتحملها.

وتكون هذه الحالة عادة مصحوبة بتعب عضلي موضعي أو تعب شامل. كما أن أسباب هذا التعب الموضعي أو الشامل لا تكمن في العضلات وإنما في الجهاز العصبي المركزي.

واحد من الأسباب الرئيسة للتعب هو الاختلال الحاصل في حالة توازن ثلاثي فوسفات الأدينوزين (أو بصورة عامة المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة). حيث يصبح مقدار ما يستهلك من ثلاثي فوسفات الادينوزين (يتحلل) أكبر من الجزء الذي يعاد بناؤه منه.

كما إن نسبة ثلاثي فوسفات الأدينوزين إلى ثنائي فوسفات الادينوزين في الخلايا العصبية ستتناقص.

إن سبب هذا التناقص هو نقصان في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادينوزين وزيادته في مقدار تحلله (زيادة في كمية ثنائي فوسفات الادينوزين).

كما يحصل أيضاً هبوط في النشاط الوظيفي للخلايا العصبية في العضلة مسبباً تعباً موضعياً في اليد أو الظهر أو الساق أو أي تعب موضعي آخر.

أما إذا حصل هذا الهبوط في النشاط الوظيفي لجزء كبير من الغشاء السحائي للمخ فستحدث حالة تعب شامل وعام.

إن التعب (وخاصة ذلك الناجم عن جهد عنيف وسريع) يكون عادة مصحوبة بهبوط في كمية ثلاثي فوسفات الادينوزين في الأعصاب الحركية، الأمر الذي يؤدي إلى عدم انتظام وصول النبضات العصبية إلى العضلة. حيث سبق وأن بَيّنا أن هذه النبضات العصبية ضرورية لعملية تقلص وتمدد العضلة. حيث إنها مسؤولة عن تنشيط ثلاثي فوسفات الادينوزين المحيط بمايوسين العضلة. وعدم انتظام هذه النبضات يؤدي إلى ضعف في قوة ومدى التقلصات العضلية.

أما في داخل العضلة فيحصل بسبب التعب والتعب الشديد، ضعف لعدد كبير من الأنزيمات، وخاصة أنزيمات الـ ATP (الأنزيمات الخاصة بثلاثي فوسفات الادينوزين) في المايوسين، حيث تتناقص كميتها بشكل كبير جداً بسبب التوتر الشديد والجهد العنيف. وهذا النقص سيؤدي بدوره إلى ضعف في إمكانية تجهيز الطاقة الكيميائية وتحويلها إلى الطاقة الميكانيكية الضرورية لعمليات التقلص العضلي.

كما أن حالة التعب تقود إلى ضعف في نشاط أنزيمات الأكسدة وبصورة خاصة، الأنزيمات التي تساهم في عمليات الأكسدة المصحوبة بالفسفرة، وعلى هذا فستظهر حالة تقوية ثانوية لعملية التحلل الكلايكولي اللاهوائي.

إن حالة التعب التي تحصل حتى لو كانت كمية حامض اللبنيك (اللاكتيك) قليلة في الدم والعضلة. ففي الحقيقة فإن زيادة كمية حامض اللبنيك وكذلك النقص في مخزون النشا في العضلة، لا يلعب دورًا كبيرًا في الوصول إلى حالة الإعياء. فزيادة حامض اللبنيك هو ناتج وليس سبباً. فزيادته في العضلة والدم في كثير من حالات التعب ربما يكون سببه زيادة التحلل الكلايكولي.

بناء وتجديد بروتين أنسجة الأعضاء المختلفة:

إن ثلاثي فوسفات الادينوزين هو ليس فقط مصدراً للطاقة الضرورية للعمليات الفسلجية المختلفة (كتقلص وتمدد العضلات، أو نقل وإيصال الإثارات والنبضات العصبية) وإنما يساهم أيضاً بعمليات بناء وتجديد بروتين الأنسجة وكذلك بعمليات بيولوجية أخرى.

وبين هذين الوجهين لهذه النشاطات الحيوية (تمويل الطاقة للأفعال الفسلجية وتمويل الطاقة لعمليات الأيض والبناء والتجديد) يوجد هنالك تنافس مستمر، فتقوية أي عملية يؤدي إلى زيادة في تحلل فوسفات الأدينوزين.

ومن المعروف أن هناك تحديداً مستمراً للبروتين في العضلات، وفي أنسجة الأعضاء المختلفة بسبب نمو هذه الأعضاء أو بسبب الهدم الذي يحصل للبروتين عند ممارسة النشاطات المختلفة. كما أن هناك توازناً بين عمليات هدم البروتين وإعادة بنائه بحيث يبقى مستواه ثابت في الأنسجة المختلفة.

نشاط العضلة وعملية تجديد البروتين:

يكون نشاط العضلة عادة مصحوباً بنقصان نسبي في كمية ثلاثي فوسفات الأدينوزين. وعلى هذا فعند النشاط العضلي سيحصل تباطؤ في عملية تجديد البروتين وبالتالي اختلال في التوازن بين عملية هدم البروتين وإعادة بنائه.

إن هذا الاختلال يكون واضحاً عند إجراء التمارين العنيفة الشديدة والتمارين المتوسطة العنف والشدة. ففي هذه التمارين (مثل ركض ١٠٠م) يطغي الطريق اللاهوائي في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين وهو طريق فقير كما هو معروف. لذا فالصورة السابقة التي ذكرناها سوف لا تكون في صالح بناء البروتين.

أما أداء التمارين المعتدلة فتسود آنذاك عملية الأكسدة المصحوبة بالفسفرة وبالتالي فإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين سيكون أكبر مما في حالة التمارين السابقة.

ومن هذا نستطيع أن نستنتج أن كمية البروتين ستنخفض في العضلة عند إجراء التمارين العنيفة أكثر مما تنخفض عند إجراء التمارين المعتدلة.

كذلك فإن ممارسة الرياضة العنيفة أو بتعبير أدق عند إجراء التمارين العنيفة سيزداد هدم البروتين. كما إن قسماً من نواتج الهدم هذه سوف تذهب إلى الدم.

إن من أهم الصفات الملازمة للتمارين العنيفة هو زيادة نسبة الأمونيا في العضلة ويستطيع الجسم التخلص من الأمونيا عن طريقين:

- باتحاد الأمونيا مع حامض الكلوتاميك وتحويله إلى كلوتامين.
- تكوين اليوريا والتي تفرز مع الإدرار.

ولكن هذين الطريقين يتطلبان مساهمة ثلاثي فوسفات الأدينوزين أيضاً. وبسبب نقصان هذا المركب الأخير أساساً أثناء أداء التمارين العنيفة، فستكون عمليات التخلص من الأمونيا ضعيفة وبطيئة.

أما إذا كان الجهد معتدلاً حيث تتم إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين على حساب عمليات الأكسدة المصحوبة بالفسفرة ، فستكون عمليات التخلص من الأمونيا قوية وسريعة نسبياً. لذا .. نلاحظ تناقص في كمية الأمونيا في الدم والأنسجة وزيادة في كمية الكلوتامين واليوريا أثناء أداء مثل هذه التمرينات.

إن نقص ثلاثي فوسفات الأدينوزين عند إجراء التمارين العنيفة والشبه عنيفة سيؤدي إلى ضعف عمليات بايولوجية متعددة، وخاصة عمليات بناء الأستيل كولين في الأعصاب الحركية Acetyl cholin. هذا النقص سيؤثر بصورة سلبية في عملية نقل النبضات والإثارة العصبية إلى العضلة.

الفصل الثالث

العوامل المحددة للكفاءة الرياضية

المقدمة

تتحدد كفاءة تنفيذ عمل عضلي والتي يطلق عليها الكفاءة البدنية للإنسان بعدد كبير من العوامل ، ومن العوامل يمكن ذكر الآتي:

- تنامي (تطور) صفات القوة – السرعة وبالأخص التنسيق العصبي العضلي للحركة.
- الإمكانيات البايولوجية – لطاقة الجسم (الهوائية واللاهوائية).
- تقنية تنفيذ التمرين.
- فن تنفيذ المنافسة الرياضية.
- الإعداد النفسي للرياضي (الإدارة الذاتية).

تشكل القوة المميزة بالسرعة والإمكانيات البايولوجية مجموعة العوامل الإضافية (الإمكانيات الداخلية)، وتتحدد العوامل الثلاثة الأخرى وهي؛ التقنية والفن والإعداد النفسي للرياضي ضمن مجموعة واحدة لتشكل عوامل الإنتاجية التي تحدد درجة تحقيق العوامل الإضافية في ظروف محددة لهذا النوع من الرياضة. فمثلا تكمن التقنية الناجحة في تنفيذ التمرين تحقيق درجة وكفاءة عاليتين من إمكانية القوة – السرعة في كل جزء من أجزاء الحركة. أو في عناصر انفرادية من عناصر التمرين. إن الفن المكتمل لتنفيذ الصراع التنافسي يساعد على التحقيق لإمكانات القوة – السرعة والطاقة البايولوجية أو في أحد الأجزاء.

ومن بين العناصر البايوكيميائية التي تحدد قابلية القوة – السرعة للفرد يجب ذكر قبل كل شيء التركيز الإجمالي والخواص الأنزيمية لانقباض زلال العضلات. وتتناسب القوة التي

تتنامى في العضلات المتقلصة طردياً مع عدد الاتصالات (الأوامر) العرضية بين الخيوط الاكتينية والعضلينية في الألياف العضلية.

إن العدد المحتمل لهذه التشكيلات، وبالتالي قيمة التعزيزات العظمى تعتمد على التركيز الإجمالي للأكتين وطول الخيوط المايوسينية ضمن الساركومير الواحد، الذي يدخل في تركيب الألياف العضلية. إن سرعة تكوين وتحطيم الفواصل في الألياف العضلية للخلايا الهيكلية، وما يرتبط بذلك من تنامي سرعة التوتر وتقلص العضلات يعتمد على ATP لنشاط الميوزين (العضلين). إن سرعة التحطم الأنزيمي لـ ATP تحت تأثير الميوسين، الذي يتميز بصورة واضحة في الخيوط العضلية لأنواع مختلفة، وتكون السرعة في الخيوط العضلية البيضاء التي تتقلص بسرعة أكبر مما هي عليه في الخيوط الحمراء التي تتقلص ببطء - وبالمناسبة- فإن تحديد ATP لنشاط المايوسين يشكل واحداً من العوامل البايوكيميائية الأساسية، التي يمكن بموجبها تقسيم الخيوط العضلية إلى أنواع مختلفة. وفي العضلات الهيكلية للإنسان، يلاحظ وجود الألياف التي تنقبض بسرعة وببطء وفق علاقات مختلفة. وتعتمد الألياف ذات الانقباض السريع والبطئ، بصورة مباشرة على الخصائص الوظيفية للعضلات وتدخل الألياف المشار إليها في تركيب وحدات حركية مختلفة ويمكن التفريق بينها بواسطة عتبة التأثير، وعندما يكون تردد التأثير صغيراً ستساهم في تمارين ذات الكثافة المعتدلة الوحدات الحركية البطيئة بالدرجة الرئيسة، ومع زيادة كثافة التمرين حيث يصبح تردد المؤثر أكبر فإن مضاعفة إنتاجية العمل ستعتمد بصورة أكبر على مساهمة الألياف العضلية ذات الانقباض السريع. وكلما كانت نسبة هذه الألياف أكبر في تركيب العضلات الهيكلية كلما كانت صفاتها في القوة - السرعة أعلى في عضلات الإنسان (intacus) التي تكون قيمة القدرات المتناهية تتناسب طردياً مع السرعة الإجمالية لانشطار ATP ، وكلما ساهمت وحدات حركية سريعة في العمل بدرجة أكبر كلما كانت السرعة المشار إليها أكبر.

تعد إمكانية الجسم للطاقة البايولوجية من أهم العوامل البايوكيميائية التي تحدد كفاءته البدنية، فإنه من المستحيل تنفيذ أي عمل مهما كان إذا لم يكن هناك صرف للطاقة ، ويتحقق توليد الطاقة خلال العمليات العضلية بالطريقة الهوائية واللاهوائية ، وجرت العادة اعتماداً على الطبيعة البايوكيميائية، إن تقسيم عمليات الطاقة إلى ثلاث صفات وظيفية أساسية للجسم تؤثر بصورة مباشرة في قيمة وظيفة الكفاءة الرياضية:

- الكفاءة اللاهوائية اللاأسيدية المرتبطة بعمليات تحول الطاقة لعمليات ATP والفسفوكرياتين.
- الكفاءة اللاهوائية لتحلل السكر والتي تعكس عملية التحلل السكري خلال العمل الذي يحدث خلاله تراكم حامض اللبنيك.
- الكفاءة الهوائية المرتبطة بإمكانية تنفيذ العمل نتيجة تعزيز العمليات الهوائية في سبحيات الخلايا حيث يلاحظ في آن واحد زيادة إيصال ونضوب O_2 في الأنسجة العاملة.
- ويمكن لكل عنصر من عناصر الكفاءة البدنية أن يوصف بمساعدة ثلاثة أنواع من العوامل البايوكيميائية.

• عوامل القدرة، التي تعكس سرعة تحرر الطاقة في العمليات الميتابولية .

• عامل الحجم الذى تنعكس فيه أبعاد المستودعات التي تسمح بالاستخدام أو الحجم الإجمالي للتغيرات الميتابولية في الجسم ، التي تحدث أثناء تنفيذ التمرين .

• عوامل الفعالية التي تحدد درجة تحرر الطاقة في العمليات الميتابولية التي تستخدم في تنفيذ عمل عضلي محدد ويمكن لهذه العوامل أن تتخذ صيغة عدد كبير من المؤثرات البايوكيميائية المتنوعة، فيعكس جزء منها تقويم التغيرات البايوكيميائية في أعضاء وأنسجة إنفرادية لذلك فهي تتخذ أهمية موضعية، والثانية تهتم بالكفاءة البدنية الشاملة.

المؤشرات الهوائية واللاهوائية لكفاءة الرياضيين:

تتميز عمليات الطاقة الهوائية واللاهوائية بوضوح تبعاً لقيمة القدرة، ويتم بلوغ القدرة العظمى لمواد الطاقة التي تتفق مع القدرة العظمى للعملية اللاهوائية في تلك التمارين التي يستمر طولها ما يقارب (٥ ثوان) وتساوي عند الرياضيين المصنفين حوالي ٣٦٠٠ جول / كغم. دق، إن التعزيز الأعظم لموادّ الطاقة في عملية التحلل السكري اللاهوائي يحل في تلك التمارين، التي تشكل استمراريتها القصوى حوالي ٣٠ ث، وتساوي ٢٤٠٠ جول / كغم. دق، ويتم بلوغ القدرة العظمى للعملية الهوائية في تلك التمارين التي تشكل استمراريتها القصوى ما يقارب ٢ - ٧ دق. وتساوي ١٢٠٠ جول / كغم. دق (يساوي معدل قيمة القدرة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين حوالي ٦٠ مل / كغم. دق) وعليه فإن قيمة القدرة الهوائية العظمى للعمليات الهوائية اللاأسيدية في تحلل السكر تشكل : ١:٠ : ٢ : ٣ .

ومن الممكن الحفاظ على القدرة العظمى للعملية الهوائية، التي يتوصل لها عند الدقيقة الثانية أوالثالثة من العمل، لغاية الدقيقة الخامسة عشرة - الثلاثين، كما أنها تتناقص تدريجياً عند التمارين الطويلة ويشكل معدل المستوى الهوائي لمواد الطاقة في سباق الضاحية حوالي ٨٠ - ٨٥ ٪ من القيمة العظمى للقدرة الهوائية.

إن قدرة العمليات اللاأسيدية واللاهوائية لتحلل السكر تنخفض مع زيادة الزمن الأقصى لتنفيذ التمرين ويرتبط ذلك مع القيم النسبية غير الكبيرة لحجم الطاقة.

تتجاوز العملية الهوائية نسبة لحجم الطاقة ببضع مرات العمليات اللاأسيدية واللاهوائية في تحلل السكر. إن مستودعات المواد التي تتأثر بالأنزيمات والتي تستخدم الأكسدة في العضلات العاملة تضم ليس فقط احتياطياً داخل العضلات من كربوهيدرات ودهون، وإنما أيضاً السكر والحوامض الدهنية واحتياطي النشا في الكبد وفي العضلات غير العاملة، إضافة إلى الاحتياطي من الدهون لمختلف أنسجة الجسم. ولو تم تقويم حجم العمليات البايوطاقية نسبة لاستمرارية العمل التي يتم خلالها المحافظة على السرعة القصوى لمواد الطاقة في هذه العملية فإن حجم العملية الهوائية سيبدو أنه يتجاوز بعشرة أضعاف حجم العملية اللاهوائية اللاأسيدية.

ونلاحظ اختلافات واضحة في مؤشرات فاعلية العمليات البايوطاقية المختلفة ومن أجل التقويم العددي لكفاءة تحويل طاقة العمليات الميتابولية إلى شغل ميكانيكي يمكن الاستعانة بنوعين من المؤشرات:

- نسبة العدد الإجمالي لآلية العمل المنفذ إلى حجم التغيرات الميتابولية التي تحدث في الجسم، أي المكافئ الميكانيكي لوحدة استخدام المواد المتأثرة بالأنزيمات (فوسفوكرياتين السكر، الأوكسجين).
- نسبة مجموع الطاقة المفيدة المصروفة إلى الحجم الإجمالي للطاقة التي تتحرر في هذه العملية الميتابولية، أي معامل الفاعلية (*efficiency*) يتكون معامل الفاعلية الإجمالي عند تحويل الطاقة في العمليات الميتابولية إلى شغل ميكانيكي (*EM*) من اثنين من المؤشرات:

١) فاعلية تحول الطاقة التي تتحرر أثناء التحول الميتابولي في طاقة إعادة تكوين بعض المركبات الفسفورية *ATP* ويسمى الفاعلية الفسفورية (*EM*).

٢) فاعلية تحويل طاقة *ATP* إلى شغل ميكانيكي، أي فاعلية التمازج الكيميا - ميكانيكي.

إن فاعلية التمازج الكيميا - ميكانيكي في العمليات الميتابولية الهوائية واللاهوائية تكون متساوية تقريباً، وتشكل ٥٠ ٪. وفي ذات الوقت فإن الفاعلية الفسفورية تتخذ أكبر قيمة لها في العمليات اللاأسيدية اللاهوائية، إذ تساوي حوالي ٨٠ ٪ كما تتخذ أقل قيمة لها ٤٤ ٪ في التحلل اللاهوائي للسكر، أما في العملية الهوائية فتساوي ٦٠ ٪ تقريباً.

ولقد تم الحصول على القيم الإجمالية لمعايير الطاقة للقدرة والحجم والفاعلية من خلال قياسات عملية مباشرة لمواد الطاقة عند الرياضيين المصنفين. إن قيم هذه المؤشرات عند الأشخاص الذين يعيشون حياة معتلة النشاط تكون أقل بكثير.

جدول رقم (٥)

يمثل معايير القدرة والحجم والفاعلية لعمليات ميتابولية مختلفة

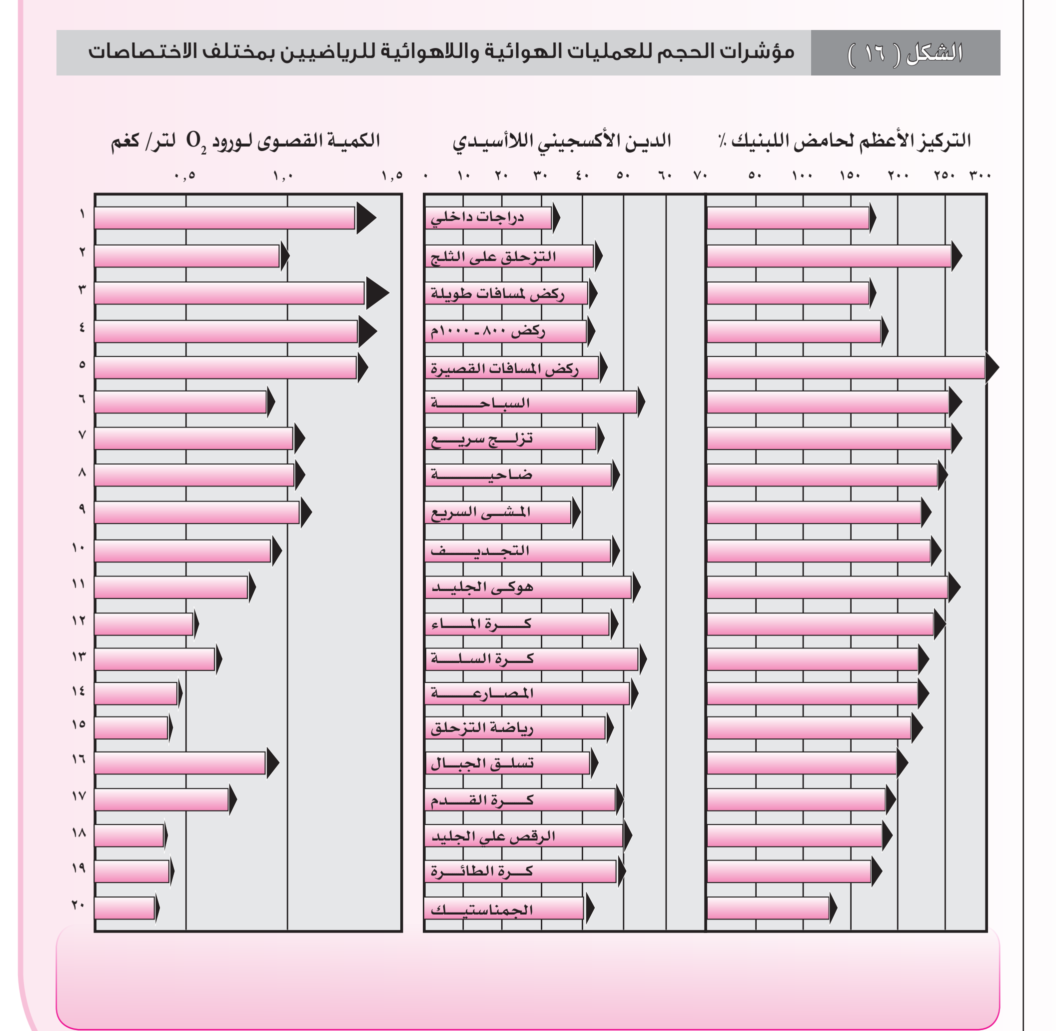
مصدر الطاقة	القدرة العظمى كج / كغم . دق	زمن الحفاظ على القدرة / ث	الحجم الأعظم كج / كغم	الفاعليـــة ٪		
				EP	EC	EM
عمليـة لاهوائيـة لاأسيديـة	٣٧٧٠	٦	٦٣٠	٨٠	٥٠	٤٠
التحلل اللاهوائي للسكـر	٢٥٠٠	٦٠	١٠٥٠	٣٦ - ٥٢	٥٠	٢٢
العمليـة الهوائيـة	١٢٥٠	٦٠٠	--	٦٠	٥٠	٣٠

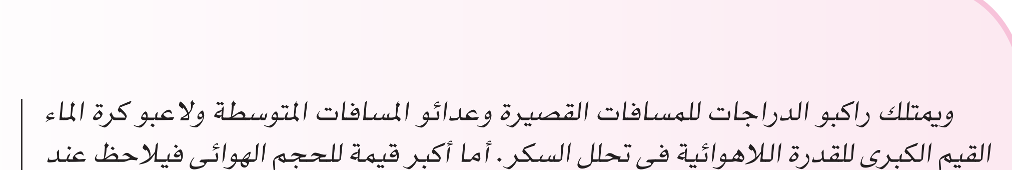
EP = الفاعليـة الفسفوريـة
EC = فاعليـة التمازج الكيميا - ميكانيكي .
EM = شغــل ميكانيــكي

خصوصية كفاءة الأداء الرياضية:

تحمل معايير ظهور كفاءة الأداء البدنية في هذا النوع من الرياضة أو ذاك طبيعة متخصصة، وتعتمد هذه الخصوصية على العلاقة بين مستوى تطور كفاءة الرياضي الهوائية واللاهوائية التي تنشأ تحت تأثير التدريب (الشكل رقم ١٦). ولعل أكبر قيمة للمؤشرات القصوى للقدرة الهوائية يمكن تأشيرها عند العدائين في المسافات الطويلة ، والمتزلجين على الجليد، وراكبي الدراجات في سباق المسافات الطويلة. إن أكبر قدرة لا أسيدية لا هوائية يبديها العدائون في المسافات القصيرة ولاعبو هوكي الجليد.

الشكل (١٦) مؤشرات الحجم للعمليات الهوائية واللاهوائية للرياضيين بمختلف الاختصاصات





ويمتلك راكبو الدراجات للمسافات القصيرة وعدائو المسافات المتوسطة ولاعبو كرة الماء القيم الكبرى للقدرة اللاهوائية في تحلل السكر. أما أكبر قيمة للحجم الهوائي فيلاحظ عند راكبي الدراجات في سباق المسافات الطويلة.

كما أن أعلى قيمة للحجم اللاأسيدي اللاهوائي يظهره عداء المسافات القصيرة ولاعبو كرة السلة والمصارعون. ويلاحظ أكبر قيمة للحجم اللاهوائي في تحلل السكر عند عدائي المسافات المتوسطة.

ويوجد في كل نوع من أنواع الرياضة عوامل ميتابولية « قيادية » ممكن أن تظهر تأثيراً معيناً على مستوى الإنجازات الرياضية (الجدول ٦).

جدول رقم (٦)

يمثل تأثير العوامل الميتابولية في تغير الإنجازات الرياضية في أنواع مختلفة من التمارين ٪

العوامل الميتابولية	ركض المسافات القصيرة	ركض المسافات الطويلة	التزلج على الثلج	التزلج السريع على الجليد	كرة السلة
١) القدرة الهوائية	٣٧,٠	٤١,٠	٢٥,٥	٧,٠	٨,٥
٢) الحجم الهوائي	--	١٧,٠	٣٠,٠	٥,٦	٦,٦
٣) الفاعلية الهوائية	--	٧,٧	١٢,٠	٣٥,٧	١٤,٠
٤) القدرة اللاهوائية في تحلل السكر	٩,٧	٦,٢	٤,٦	١٢,٥	--
٥) الحجم اللاهوائي في تحلل السكر	١٢,٩	١٤,٨	١١,٧	٢١,٠	٣٣,٠
٦) القدرة اللاهوائية اللاأسيدية	١٧,٩	٣,٦	٤,٤	٩,٠	٦,٢
٧) الحجم اللاهوائي اللاأسيدي	٧,٨	--	--	٥,٧	١٠,٠

ويبدو في الجدول المذكور أن نتائج ركض المسافات الطويلة، وكذلك التزلج على الجليد تعتمد بالدرجة الأساسية على القدرة الهوائية والحجم الهوائي والحجم اللاهوائي لتحلل السكر، أما في التزلج السريع على الجليد فإن النتائج تعتمد على الفاعلية الهوائية والحجم اللاهوائي لتحلل السكر، وفي كرة السلة على الحجم اللاهوائي لتحلل السكر والفاعلية الهوائية.

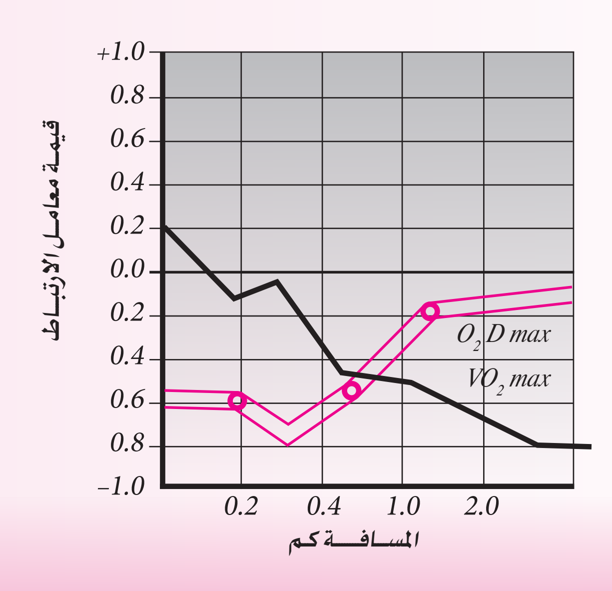
وهكذا فإن لكل نوع من أنواع الرياضة توجد مجموعة خاصة من عوامل الميتابول القيادية، التي تبدو تأثيراً محدداً على مستوى الإنجازات الرياضية. إن تأثير العوامل البايولوجية

للطاقة في مستوى الإنجازات الرياضية. لا يبقى ثابتاً إنما يتغير تبعاً للقدرة واستمرارية التمرين.

ولعل هذا يتجلى بوضوح في أن أكبر تأثير في مؤشر القدرة الهوائية العظمى على الإنجازات الرياضية في الركض يمكن ملاحظته في مسافة ٥ – ١٠ كيلو مترات ولا يمكن ملاحظة هذا التأثير في المسافات القصيرة، وعلى عكس ذلك يحدث مع مؤشر الحجم اللاهوائي الأعظم إذ يظهر تعديلاً كبيراً في الإنجازات الرياضية في ركض المسافات القصيرة والمتوسطة، في حين يهبط تأثيره بصورة حادة في ركض المسافات الطويلة.

(الشكل رقم ١٧) يمثل مؤشرات ربط الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والقيمة العظمى للدين الأوكسجيني بالإنجازات الرياضية، في الركض لمسافات مختلفة.

الشكل (١٧) مؤشرات ربط الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والقيمة العظمى لدين O_2 بالانجازات الرياضية في الرقص لمسافات مختلفة



جدول رقم (٧)

يوضح قيمة مؤشرات القدرة والحجم والفاعلية اللاهوائية والعمليات الهوائية

عند رياضيي التزلج السريع على الجليد لمهارات مختلفة

المستوى الرياضى	$Vo_{2\,Max}$ مل/كغم . دق	الزمـن/ ث	الدين o_2 الشامل مل/كغم	الدين o_2 اللاأسيدي مل/كغم
رياضيون من الدرجة الثانيـــة والثـالثــة	٥١	١٥٠	١٠١	٢٥
رياضيـو الدرجـة الأولى ، ومرشح إلى بطل رياضي	٦٩	٢٠٠	١٢٧	٣١
بـطـــل ريـاضــة	٧٢	٢٧٠	١٣٧	٣٤
بطـل رياضـة دولـي	٧٦	٣٤٠	١٤١	١٣٥

تأثير التدريب في كفاءة الرياضيين:

تتأثر مؤشرات الكفاءة البدنية بصورة حادة بسبب التدريب. ولعل هذا يظهر بوضوح عند مقارنة مؤشرات القدرة والحجم وفاعلية عمليات الطاقة البايولوجية عند الرياضيين من مختلف المهارات الرياضية.

تبين المعلومات الـواردة في الجـدول المـذكور أعـلاه، أنـه مع مضاعفة مستوى مهارة الرياضيين تتحسن مواصفات الطاقة البايولوجية للكفاءة البدنية، بالإضافة إلى ذلك ينبغي الإشـارة إلى أن الطاقة البايولوجية قد ظهرت بدرجات متفاوتة. فمثلاً عند الرياضيين المبتدئين الذين يتمرنون في تلك الأنواع من الرياضة التي يتطلب فيها إظهار صفة التحمل تشكل قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ما يقارب ٤٠ – ٤٥ مل / كغم. دق، في الوقت الذي تساوي فيه هذه القيمة عند الرياضيين الدوليين ٨٠ – ٩٠ مل / كغم. دق. وهذا يعني أن التدريب المنتظم الذي يمتد لسنوات عديدة تتحسن مؤشرات القدرة الهوائية بمقدار الضعف تقريباً في الوقت الذي يمكن أن يتحسن فيه مؤشر الحجم الهوائي بأكثر من ٤ مرات (الجدول رقم ٨).

جدول رقم (٨)

يمثل تحسين مؤشرات القدرة والحجم وفاعلية عمليات الطاقة البايولوجية

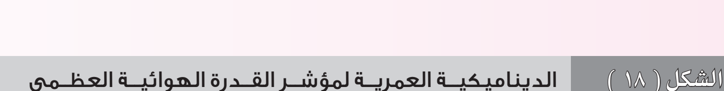
تحت تأثير التدريب الذي يستمر لبضع سنوات

معايير الطاقة البايولوجية	الرياضي المبتدئ	رياضي دولي	نسبة التحسن
القدرة الهوائية مل/كغم. دق	٤٥	٩٠	١٠٠
اللاأسيدية مل/كغم. دق	٦٠	١٠٢	٧٠
تحلل السكر مل/كغم. دق	٢٠	٣٥	٧٥
الحجم الهوائي مل/كغم	٣,٢	١٣,٠	٣٠,٦
اللاأسيدي مل/كغم	٢١,٥	٥٤,٥	١٥٣
تحلل السكر غ/كغم	٠,٨	٢,٢	١٧٥
الفاعلية الهوائية	٤٤	٨٥	٩٣

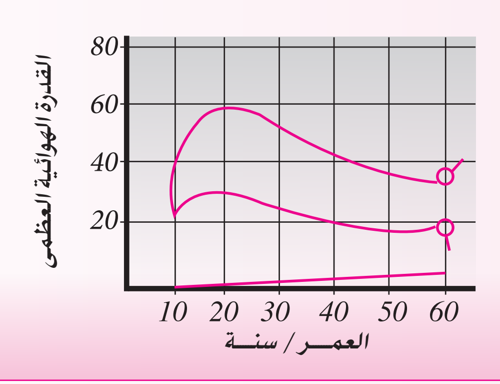
العمر والكفاءة الرياضية:

تكشف كفاءة الأداء عند الرياضيين تغيرات منطقية تتناسب مع العمر، وتتضاعف إمكانيات مواد الطاقة بالطرق الهوائية وتتضاعف مع النضوج البدني للجسم واكتمال الدوائر الحسية للإنسان. ومع زيادة العمر تزداد القيمة الميتابولية الإجمالية للإنسان، وكذلك يزداد عدد الأنزيمات الأساسية للتبادل الهوائي واللاهوائي، وكذلك نشاط وثبوت هذه الأنزيمات في العمل، ويتضاعف احتياطي مواد الطاقة في الأنسجة ويستكمل عمل الأنظمة المسؤولة عن إيصال الأوكسجين والمواد الغذائية إلى العضلات، وطرد نواتج الانحلال. وعادة ما تصل هذه المؤشرات إلى القيمة العظمى عند الأعمار من ٢٠ - ٢٥ سنة، إذ يتم الاكتمال الفسيولوجي الكامل للإنسان. ويتم في هذا العمر عادة بلوغ أعلى النتائج الرياضية في تلك الأنواع من الرياضة التي يتطلب فيها إنتاج الطاقة بشكل عالٍ.

وبعد سن ٤٠ سنة تبدأ مؤشرات الكفاءة البدنية بالهبوط التدريجي، وعند بلوغ سن الـ ٦٠ سنة تصبح بمرتين أقل مما عليه في عمر البلوغ.



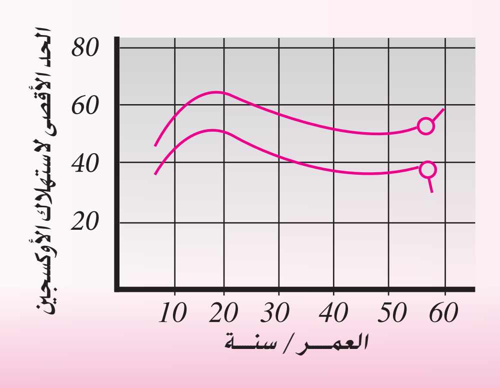
الشكل (١٨) الديناميكيـة العمريـة لمؤشـر القـدرة الهوائيـة العظـمى



يلاحظ في فترة النمو البدني تمايز واضح في ديناميكية المؤشر البايولوجي فمثلاً أن MAM يزداد بسرعة عند الرجال لغاية ٢٠ عاماً، ويبقى محافظاً على القيمة القصوى لغاية سن الـ ٣٠ ثم يبدأ بالهبوط. أما عند النساء فإن هذا المؤشر يتم بسرعة أكبر والزيادة في عمر الفتوة (يبلغ القيمة القصوى في سن ١٨) ويتم أيضاً بوضوح أكبر بالنسبة للهبوط في القيمة عند التقدم بالعمر (الشكل رقم ١٨) ويبلغ المؤشر التكاملي لقدرة العملية الهوائية – قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين – عند الرجال أكبر قيمة في سن ٢٥، وتبقى محافظة على هذا المستوى لغاية سن ٤٠ ثم تهبط، أما عند النساء فإن أكبر قيمة لهذا المؤشر تلاحظ عند عمر ٢٠ سنة وتبدأ بالانخفاض عند بلوغ عمر ٢٥ سنة (الشكل رقم ١٩).



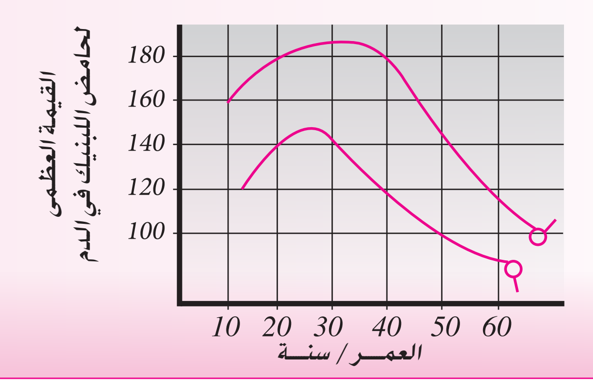
الشكل (١٩) الديناميكيـة العمريـة لمؤشـر الحـد الأقـصى لاستهـلاك الأوكسجيـن



الشكل (٢٠)



الديناميكية العمرية لمؤشر التراكم الأعظم لحامض اللبنيك في الدم



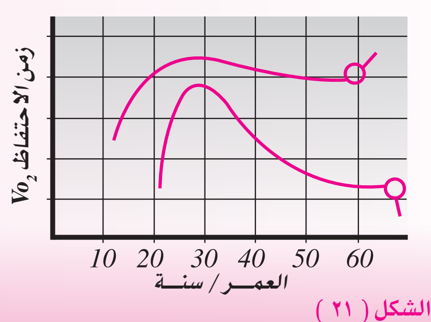
يلاحظ أكبر قيمة عظمى لتراكم حامض اللبنيك في الدم عند الرجال والنساء تظهر عند بلوغ سن ٢٢ سنة . ومن ثم تنخفض بسرعة بعد بلوغ سن ٣٠ عاماً (الشكل رقم ٢٠) تتسم مؤشرات الحجم وفاعلية العمليات البايولوجية للطاقة بوتيرة منخفضة في النمو.

وتبلغ أكبر قيمة لهذه المؤشرات عند سن ٢٥ – ٣٠ عاماً. وفي حالة التدريب المنتظم الهادئ يمكن المحافظة على هذا المستوى لغاية عمر ٤٠ – ٤٥ سنة، إن انخفاضها في سن الشيخوخة يمكن أن يظهر بوضوح أكبر عند النساء (الشكل رقم ٢١)، (الشكل رقم ٢٢).

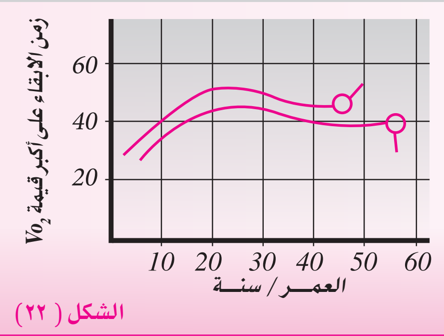
إن الديناميكية العمرية لمؤشرات كفاءة الأداء التي وردت الإشارة إليها ضرورية، وأن تؤخذ بنظر الاعتبار عند إعداد البرامج المتعلقة بالتنمية البدنية لجيل المستقبل وتنفيذ دروس التربية البدنية والدروس الرياضية للأشخاص من ذوي الفئات العمرية المختلفة ولكلا الجنسين.

الشكل (٢١ ، ٢٢) (أ) الديناميكية العمرية لمؤشر الحجم الهوائي .

(ب) الديناميكية العمرية لمؤشر الفاعلية الهوائية (عتبة التبادل اللاهوائي) .



الشكل (٢١)



الشكل (٢٢)

الفصل الرابع

تحليل استهلاك الطاقة خلال التدريب

نوع التدريب ومصدر الطاقة للعضلة:

سبق وأن بيّنا بأن مصدر الطاقة في العضلة يمكن أن يكون هوائياً أو لاهوائياً وذلك حسب طرق إعادة بناء فوسفات الأدينوزين.

والسؤال الذي يمكن أن يُطرح هو: بأي من الطريقتين تحصل العضلة على الطاقة؟ ..

متى يحصل الطريق اللاهوائي .. ومتى يحصل الطريق الهوائي؟

إن الجواب على هذا السؤال يتوقف على معرفة نوع الإجهاد (شدته ومدة مطاولته).

تستطيع أن تكون فكرة واضحة عن علاقة الإجهاد بمصدر الطاقة، (الشكل رقم ٢٣).
عند أول حركة للعضلة ستظهر الحاجة إلى كمية من ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

الشكل (٢٣) المعطيات هى عند الركض بأسرع ما يمكن حسب ماهو واضح من المسافة والمدة الزمنية



في الثواني الأولى، تكون الحاجة كبيرة لثلاثي فوسفات الأدينوزين، وسوف يتم تعويض هذه الحاجة بطريق لاهوائي (انظر الشكل ٢٣ - الجهة اليسرى) حيث تحصل عملية تحلل كلايكولي سريعة بطريق لاهوائي لغرض بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

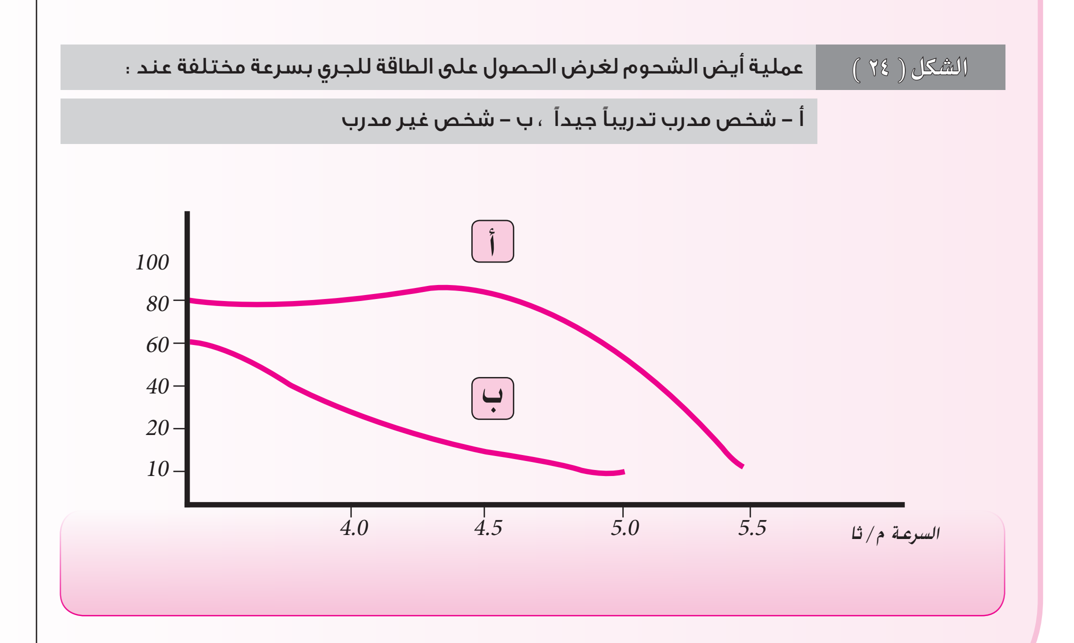
تستمر هذه العملية في البداية وتكون هي الطاغية. ثم تبرز تدريجياً الطرق الهوائية، أي طرق الأكسدة المصحوبة بالفسفرة، ومن ثم تطغي هذه الطرق التأكسدية وتقوم بتغطية حاجة العضلة للطاقة وذلك عند استمرار الإجهاد، بحيث تحصل حالة من التوازن - أي توازن بين مقدار ما يستهلك وما يعاد بناؤه من ثلاثي فوسفات الأدينوزين بالطريق الهوائي -. وفي هذا الطور ستحصل أكسدة للاكتات التي تكونت في بداية الإجهاد نتيجة للتحلل الكلايكولي اللاهوائي. وعلى هذا فسوف يتناقص مستوى اللاكتات في الدم من جديد.

إن المصدر الغذائي الأولى لعملية الأكسدة هذه هو الكلايكوجين، وعند الاستمرار في الإجهاد سوف لا يقتصر مصدر الطاقة على الكلايكوجين السهل الاستخدام، وإنما على ما يحويه الدم من الحوامض الشحمية الحرة والكلوكوز بعد أن تنتقل إلى خلية العضلة. أما البروتينات والحوامض الأمينية فلا تعتبر مصادر مباشرة رئيسة لطاقة.

والخط البياني التالي يمثل عملية أيض الشحوم لغرض الحصول على الطاقة لركض بسرعات مختلفة عند : أ- شخص مدرب تدريباً جيداً، ب - شخص غير مدرب. (الشكل ٢٤).

الشكل (٢٤) عملية أيض الشحوم لغرض الحصول على الطاقة للجري بسرعة مختلفة عند :

أ - شخص مدرب تدريباً جيداً ، ب - شخص غير مدرب



جدول رقم (٩)

يبين انتاج الطاقة عند الأشكال المختلفة من الإجهاد

نـــوع الاجهـــاد	الفترة الزمنية لاستمراره	حامل الطاقة	بناء اللاكتات
١- اجهاد القوة المميزة بالسرعة	١٥ – ٢٠ ثا ٥٠ ثا	ATP فوسفـات الكريــاتين كاربوهيدرات (تحلل كلايكولي)	– + +
٢- اجهاد يستمر لفترة قصيرة	٥٠ ثا – ٢ د.	كاربوهيدرات (تحلل كلايكولي)	+ +
٣- اجهاد يستمر لفترة متوسطة	٢ – ١١ د.	الغالــب كاربوهيـــدرات	+
٤- اجهاد يستمر لفترة طويلة	١١ – ٦٠ د.	كاربوهيــدرات وشحــوم	–
٥- اجهاد يستمر لفترة طويلة جدا	٦٠ د.	الغالب شحوم مع أجسام كيتونية	–

يلاحظ أن في الثواني الأولى لإجهاد القوة المميزة بالسرعة لا يحصل بناء لاكتات على الرغم من طغيان الطريق اللاهوائي. حيث تحصل الطاقة، أو تمول على حساب ثلاثي فوسفات الأدينوزين المخزون في العضلة، ولكن عند استمرار الإجهاد تبرز الحاجة إلى مصدر جديد لبناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين. ويكون عادة التحلل الكلايكولي اللاهوائي هو المصدر في البداية ، ولهذا نلاحظ ارتفاع مستوى اللاكتات في الدم.

ثم يبرز الطريق التأكسدي كلما طالت فترة الإجهاد، ويزداد الاعتماد على أيض الكاربوهيدرات ثم الشحوم بالطريق الهوائي وهذا بالطبع لا يكون مصحوباً بازدياد اللاكتات في الدم لأن هذه الأخيرة ستحرق بوجود الأوكسجين.

من كل هذا نستطيع أن نستنتج أن العمليات الكيميائية التي تحصل في العضلة عند نشاطها (من تحلل وإعادة بناء لثلاثي فوسفات الأدينوزين، إلى عمليات أيض ... الخ) تكون مرتبطة ارتباطاً وثيقاً بنوع الاجهاد ومدة مطاولته.

والواقع أن ليس مصدر الطاقة فقط يكون متعلقاً بنوع التدريبات ، وإنما كل التغيرات الكيميائية التي تحصل في الأعضاء تختلف بطبيعتها وشدتها بنوع التدريب وطبيعة التمرينات.



علاقة تغيرات استهلاك الطاقة باختلاف نوع التدريب :

لقد لاحظنا أن طبيعة مصدر الطاقة في الأعضاء تختلف باختلاف نوع التدريب ، وبالتالي تختلف باختلاف التمارين البدنية.

فالتمارين الرياضية تكون قليلة الشبه فيما بينها. وتختلف أو تتباين عن بعضها البعض من ناحية انتظام الوظائف الفسيولوجية تبايناً كبيراً.

فالعمل الذي يؤديه الراكض مثلاً يختلف عن ذلك الذي يؤديه المصارع أو الملاكم ، وحتى التمارين التي هي من نفس الصنف والتي تكون طبيعتها متقاربة، كالركض مثلا: فركض المسافات القصيرة يختلف عن الماراثون من حيث المطاولة والجهد المبذول.

ونتيجة لهذا الاختلاف في الجهد والمطاولة وانتظام الوظائف الفسيولوجية ستبرز اختلافات في تغيرات استهلاك الطاقة.

حيث نرى من الجدول أن هناك اختلافاً في التغيرات الكيميائية التي تحصل عند ممارسة التمارين ذات المطاولة والتي تستمر لمدة طويلة عن تلك التغيرات التي تحصل بسبب ممارسة التمارين العنيفة أو شبه العنيفة والتي تستمر لمدة قصيرة.

ففي الجدول رقم (١٠) مثلاً ترى أن النقص النسبي في الأوكسجين سيقل، وتزداد كمية الأوكسجين التي تحصل عليها الأعضاء كلما ازدادت فترة أداء التمرين ، وكذلك ارتفاع كمية حامض اللبنيك في الدم (غير واضح أو غير مبين في الجدول) تتناقص هي الأخرى كلما كانت الفترة طويلة. وهكذا نرى أنه كلما طالت الفترة كلما تحسنت الطرق الهوائية التأكسدية (خاصة بالنسبة للأشخاص المدربين) ، وكلما كانت عملية التحلل الكلايكولي (الطرق اللاهوائية) أقل.

جدول رقم (١٠)

يبين التغيرات البايوكيميائية في العضلة نتيجة تأثير الأنواع المختلفة والمنتظمة من التمارين

نــوع التدريــب	فوسفات الكلايكوجين الكرياتين	شــدة عمليــة التحـلل	المايوكلـوبين الكلايكـولي	أكتومايسـين شـدة أخـذ	الأوكسجـين	
١ـ تدريب مع إجهاد مستمر لفترة طويلة	٥٦	١٥٣	٣٧	٦٠	٣	٤٤
٢ـ تدريب مع إجهاد عنيف لفترة قصيرة	١٦٨	٧٠	٨٢	٢٤	١٣	٤٠
٣ـ كما في رقم ٢ مع رفع ثقل ٥٠ غم من بداية التدريب وحتى ٣٣٠ غم في نهايته	١٥٠	١٥٠	٧٤	٤٠	٣٧	٢٠

الجدول يبين التبدلات البايوكيميائية في العضلة نتيجة تأثير الأنواع المختلفة والمنتظمة من التمارين (محسوبة على أساس النسبة المئوية في حيوانات غير مدربة) . كمثال على المجموعة الأولى : التزحلق على الجليد، ألعاب القوى، سباق الدراجات في الشوارع، وكل أنواع التمارين التي يستمر فيها الإجهاد لمدة طويلة.

علاقة تغيرات استهلاك الطاقة بمستوى التدريب :

لقد لاحظنا سابقاً أن هناك علاقة وثيقة بين تغيرات استهلاك الطاقة التي تحصل في الأعضاء وبين نوع التدريب.

كما أن الحقائق العلمية تشير وتؤكد وجود علاقة بين التغيرات البايوكيميائية وبين مستوى التدريب.

حيث إن التغيرات الكيميائية تكون أكثر ملاءمة عند تحسن ظروف التدريب ، وارتفاع درجة استعداد الرياضي.

فراكض المسافات القصيرة مثلاً يعاني من نقص شديد في كمية الأوكسجين التي تحتاجها الأعضاء المختلفة، وهو مضطر بالتالي إلى الاعتماد على الطريق اللاهوائي للحصول على الطاقة اللازمة (التحلل الكلايكولي في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين).

إن هـذا الطريق (اللاهوائي ممكن تحسينه وتقويته عن طريق التدريب ، وهنا تبرز حقيقة مهمة: فعند الأشخاص غير المدربين تدريباً كافياً في الركض للمسافات القصيرة (١٠٠ م مثلا) ستزداد عندهم كمية حامض اللبنيك في الدم زيادة كبيرة في

بداية التدريب ، وخلال عملية التدريب أيضاً. ولكن ترى أن هذه الكمية تهبط عندما يصل التدريب إلى مستوى جيد وعالٍ. (جدول رقم ١١) ، وهذا يمكن تفسيره بأن الإمكانيات أو الطرق اللاهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين تتم أولا عن طريق التحلل الكلايكولي (تحت تأثير التدريب) ، وهذا سبب ارتفاع نسبة حامض اللبنيك العالي. وبعد ذلك - أي بعد التمرين الجيد - يأخذ طريقاً آخر إضافة إلى التحلل الكلايكولي ، حيث تتم إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين عند الرياضيين المدربين تدريباً جيداً على حساب التحلل الكلايكولي، وعلى حساب فوسفات الكرياتين، وهذا ما يفسر نقصان حامض اللبنيك *Lactic acid* عند ركض ١٠٠ متر (على الرغم من الارتفاع النسبي لنقص الأوكسجين) عند الأشخاص المدربين قياساً بالأشخاص غير المدربين (انظر جدول رقم ١١) .

جدول رقم (١١)

يبين تغير القيم النسبية لنقص الأوكسجين وكمية حامض اللبنيك في الدم

بسبب التدريبات الرياضية المختلفة

كما يبين علاقة التغيرات الكيميائية من حيث شدتها وطبيعتها

بدرجة الاستعداد لأداء تمرين أي بمستوى التدريب

نوع الرياضة	النقص النسبي لكمية الأوكسجين (محسوبة على أساس ٪ للحاجة من الأوكسجين)		ارتفاع نسبة اللبنيك ملغم ٪		
	في بداية التدريب	خلال التدريب	في بداية التدريب	خلال التدريب	عند الوصول إلى أعلى استعداد
١- ركض	٨٨	٨٩,٣	+ ١٢٣	+ ١٥٧	+ ٩١
٢- التزحلق للمسافات الطويلة - ١٥ كم	٣٨	٣٠	+ ٤٥	+ ٢٨	—
٣- سباق الزوارق للفرد الواحد ١٠٠٠ م	٥٠	٢٠	+ ٨٤	+ ٣٢	—

من كل ما تقدم نستطيع أن نستنج أن التغيرات البايوكيميائية في الأعضاء تختلف باختلاف: أ- نوع التدريب . ب - مستوى التدريب .

هذا يعني أن التدريب يقود إلى نوع من التكيف أو الملائمة البايوكيميائية للأعضاء. ولكن ما هي طبيعة هذا التكيف؟

إن كل نوع من أنواع التدريب يقود إلى تغيرات بايوكيميائية في الأعضاء تختلف كماً ونوعاً عن التدريب الآخر.

فالتكيف إذن ليس مطلقاً وإنما موجهاً، ويحصل وفقاً لنوع ومستوى التدريب، إذا كان التدريب يهدف إلى زيادة سرعة الرياضي في ركض ١٠٠ م مثلاً، فعليه (أي على التدريب) ومن وجهة النظر الكيميائية أن يحقق تقوية واستعداد الأعضاء لاستخدام الطرق اللاهوائية في تجهيز الطاقة المطلوبة.

أما إذا كان هدف التدريب هو التحمل (كما في المارثون مثلا) فينبغي تدريب الأعضاء لكي تتكيف على تحقيق الموازنة البايوكيميائية ، والاستعانة بالطريق الهوائي التأكسدي لأجل تحقيق هذا الهدف. والسؤال الذي يمكن أن يبرز الآن هو: هل يمكن الوصول إلى هذه الأهداف أي تكييف وملائمة أعضاء الجسم لهذا الغرض أو ذاك - عن طريق التدريب ؟

لغرض الإجابة على هذا السؤال يكون من الأفضل الاستعانة ببعض التجارب التي أجريت على الحيوان وعلى الإنسان. وقبل مناقشة هذه التجارب يكون من الأفضل تقسيم أنواع التدريب بشكل عام إلى الأقسام الثلاثة التالية:

(١) التدريب على زيادة السرعة ويشمل عادة إجهادات عنيفة أو شبه عنيفة تستمر لفترة قصيرة، كما في ركض ١٠٠ م مثلا.

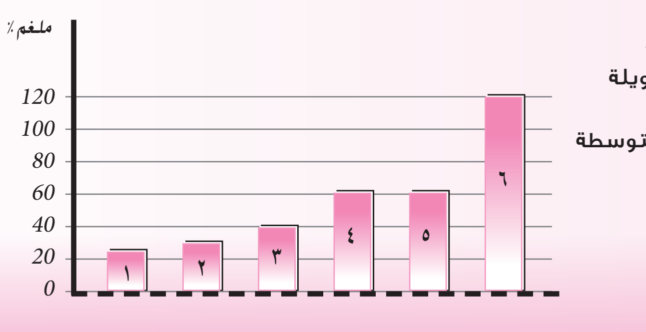
(٢) التدريب على التحمل المستمر ويشمل عادة إجهادات معتدلة (أقل عنفاً من السابقة) ولكنها تستمر لمدة طويلة كما في الماراثون مثلا .

(٣) تدريبات القوة. وهي التدريبات التي تهدف إلى زيادة قوة الرياضي لغرض التمكن من أداء تمارين القوة بسهولة.

إن التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في أعضاء وأجهزة الرياضيين التي تمثل الأصناف الثلاثة السابقة تختلف من الواحد إلى الآخر ، إذا قاموا بأداء شغل ذي جهد قياسي متساوٍ ، ومن نفس النوع. (الشكل رقم ٢٥، الشكل رقم ٢٦) .



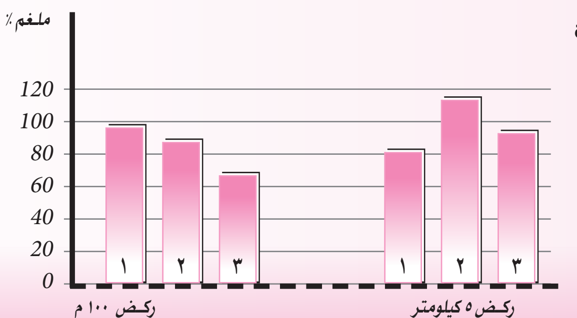
الشكل (٢٥) يمثل كمية اللاكتات فى الدم عند رياضيين يمثلون ألعاباً مختلفة بعد إجرائهم تدريب ذي إجهاد على الأجهزة المختبرية الخاصة (Erogomeier) .



حيث يظهر في الشكل:

١ - راكض للمسافات الطويلة
٢ - متسابق دراجات
٣ - راكض للمسافات المتوسطة
٤ -لاعب كرة سلة
٥ - لاعب كرة طائرة
٦ - شخص غير متدرب

الشكل (٢٦) في هذا الشكل يظهر تبدل كمية اللاكتات في الدم تحت تأثير ركض ١٠٠ م وركض ٥ كيلومترات من قبل رياضيين مدربين باتجاهات مختلفة .



١ - الأول مدرب على الطاولة المستمرة
٢ - الثاني مدرب على تمارين القوى
٣ - الثالث مدرب على زيادة السرعة

يلاحظ من الشكل، أن الشخص الثاني تكون نسبة اللاكتات عالية في دمه نسبياً في كل الأحوال. والسبب أن اتجاه تدريبه يختلف عن طبيعة التمرين المطلوب أداؤه (وهو الركض في هذه الحالة). كما نرى أيضاً من الشكل أن اللاكتات تكون على أقل ما يمكن في دم الرياضي المدرب على تمارين السرعة عند ركض ١٠٠ م ، بينما تكون على أكبر ما يمكن في دم الرياضي المدرب على التحمل المستمر.

إن هذه التجارب تؤكد الحقيقة السابقة التي ذكرناها التي تؤكد بأن هناك تكيفاً نوعياً وليس مطلقاً للأعضاء البدنية (نتيجة للتدريب) يسببها اختلاف هدف واتجاه التدريب.

وعلى أية حال فالتكيف (أي تكيف أعضاء الجسم) لكل نوع من أنواع التدريب يؤدي أيضاً - وبهذا الشكل أو ذاك - إلى زيادة استعداد الجسم أو الأعضاء للأنواع الأخرى من التدريب.

إن ظاهرة التكيف النوعي هذه لا تقتصر على الإنسان فقط وإنما تتعداه إلى عالم الحيوان. فقد أكدت التجارب التي أجريت على عضلات حيوانات مختلفة وعلى العضلات للحيوان الواحد التي تؤدي أعمالاً ذات صفات مختلفة، أكدت وجود تكيفات نوعية.

ومن الملاحظات المألوفة في عالم الحيوان هي التكيفات الحركية ، فهنالك تكيفات حركية في اتجاهات مختلفة عند هذا الصنف أو ذاك ، فبعضها عندها القابلية على الركض السريع، والأخرى على التحمل .. وهكذا .

إن هذه التكيفات اكتسبتها الحيوانات نتيجة لظروف حياتها ومعيشتها عبر الأجيال المختلفة حيث حصل نوع من التدريب أدى إلى التكيف النوعي الخاص، فخيول السباق مثلا تمتاز بالسرعة، بينما الخيول التي تستخدم لسحب العربات تمتاز بالقوة. وكمثال آخر كلاب الصيد وكلاب الحراسة.

عند إجراء فحص لعضلات حيوان يمتاز بسرعة الحركة وآخر بطئ، وجد أن كمية فوسفات الكرياتين أعلى في الأول ، كما أن شدة التحلل الكلايكولي في عضلات الأول هي الأخرى أكبر. ولكن عضلات الحيوان الثاني البطئ نسبياً والقادر على التحمل، تمتاز بارتفاع كمية الاحتياطي من الكلايكوجين والليبيدات.

كما أنه من المفيد أن نذكر هنا أن مورفولوجية العضلات تختلف تبعاً لوظيفتها ولنوع الإجهاد الذي تتعرض له ، فنفس العضلة يمكن أن تختلف في مورفولوجيتها من حيوان لآخر، إذا كان كل منهما يؤدي حركات تختلف عن الحركات التي يؤديها الآخر. إن هذه الاختلافات التشريحية لا تكون نتيجة للتطور فقط بسبب جنس الحيوان أو نوعه، وإنما أيضاً خلال الحياة الخاصة لذلك الحيوان ، ومن الأمثلة المعروفة في هذا المجال هو فقدان ذراع أو ساق عند الإنسان أو الحيوان ، فإن هذا الفقدان قد يؤدي إلى قوة عضلات الذراع أو الساق الأخرى، نظراً لأنها مضطرة للتعويض عن المفقودة ، وهذا يؤدي إلى تكيف جديد لعضلاتها لتأدية وظائف إضافية.

كذلك هي الحال بالنسبة للعضلات المختلفة للحيوان الواحد، فهي بصورة عامة لا تؤدي نفس العمل ، فهنالك من العضلات التي تعمل باستمرار وبدون توقف أو راحة ، ما دام الحيوان أو الإنسان على قيد الحياة ، فعضلة القلب مثلاً أو الحجاب الحاجز أو العضلات المشتركة في عملية التنفس : الشهيق والزفير (وهي العضلات التي تقع في الصدر والبطن وبين الضلوع وتساعد على عمليتي الشهيق والزفير) ، كل هذه العضلات تعمل بدون توقف و راحة ما دام الحيوان على قيد الحياة ، مثل هذه العضلات تتميز بأن لها القابلية الكبيرة على التحمل، وتمتاز بالثبات النسبي للتغيرات الكيميائية، حيث هناك حالة توازن عالية، تمتاز بها هذه العضلات.

كما أن عضلات الأطراف السفلى والعليا تمتاز بقابليتها الكبيرة للتحول من حالة السكون إلى أقصى حالات النشاط. كما تتميز عضلات الأطراف السفلى أو عضلات الظهر بأن لها قوة وتحمل أكبر من تلك التي تمتلكها عضلات الساعد، كما أن لهذه الأخيرة قابلية أكبر لأداء الحركة السريعة .. وهكذا.

إن هذا الاختلاف الوظيفي يصحبه خواص بايوكيميائية متميزة ، فالعضلات المسؤولة عن تأدية الوظائف تتطلب الانتقال السريع من حالات الهدوء النسبية إلى النشاط الفعال مثلا، تتميز بأن لها قابلية كبيرة على إعادة البناء بالطريق اللاهوائي لمركبات الفسفور الغنية بالطاقة ، كما تمتاز بأعلى فعالية وأعلى نشاط لأنزيمات الـ ATP ase ، وبكونها تمتلك خاصية تنظيم كبيرة للحامضية (BUFFER CAPACITY) ، أما العضلات التي تقوم بتأدية العمليات المستمرة التي تحتاج إلى تحمل ، فتتميز على عكس العضلات السابقة، بقابليتها الكبيرة على أخذ الأوكسجين ، كما تمتاز بنشاط عالٍ للأنزيمات المسؤولة عن عمليات الأيض (الميتابوليزم) المصحوبة بالأكسدة ، كما إن العضلاتً التي تؤدي أعمال القوة فتتميز باحتوائها على أكبر كمية من المايوسين وفعالية عالية.

كل هذه المعطيات تؤكد وتؤيد الفرضية السابقة والتي تتلخص بوجود تكيف نوعي Specific Adaptation للأعضاء ونظامها العضلي المسؤول عن الفعاليات الحركية، كما أنها تتيح لهذه العضلات أن تتميز بخاصيات بايوكيميائية معينة لتؤدي الوظائف المختلفة، كالسرعة والقوة والتحمل، انظر (الجدول رقم ١٢) .

جدول رقم (١٢)

يبين أعلى قيم للتغيرات البايوكيميائية فى العضلات

(محسوبة على أساس النسبة المئوية ٪ عند الحيوانات غير المدربة)

تحت تأثير التدريبات المنتظمة المختلفة السمات

المقياس البايوكيميائي	تدريبات مختلفة من الأنواع التالية		
	اجهاد مستمر ذو شدة متوسطة	اجهاد سريع مع شدة كبيرة	اجهادات القوة السريعة
ATP	+ −	+ −	+ −
فوسفات الكرياتين	+ ١٢	+ ٥٨	+ ٧٠
كلايكوجين	+ ٨٠	+ ٧٠	+ ٨٠
شدة التحلل الكلايكولي	+ ١٠	+ ٥٦	+ ٥٠
شدة التنفس	+ ٥٣	+ ٤٥	+ ٤٨
مايكلوبين	+ ٤٠	+ ٥٨	+ ٧٠
مايوسين	+ −	+ ١٨	+ ٦٠
ATP ase	+ ٣	+ ١٨	+ ٦٠

عضلة القلب والمخ:

إن التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في عضلة القلب بسبب إجراء تمرين عنيف ولمدة قصيرة (إجهاد عنيف يستمر لفترة قصيرة) وآخر معتدل مع تحمل (يستمر لفترة طويلة) ويمكن تلخيصها بما يلي:

عند أداء تمرين ذي تحمل، يزداد امتصاص عضلة القلب للكلوكوز من الدم بشكل واضح. بينما في حالة تدريب على إجهاد عنيف وسريع نلاحظ احتواء عضلة القلب على كمية عالية من الكلايكوجين، والمايوكلوبين. كما يزداد استهلاك عضلة القلب لحامض اللبنيك المأخوذ من الدم. أما فيما يتعلق بالتغيرات البايوكيميائية التي تحصل في المخ فيمكن تلخيصها بما يلي:

١) زيادة نشاط الأنزيمات التي تساعد وتساهم في العمليات الهوائية.

٢) اتساع خواص البفر (*BUFFER capacity*) في نسيج المخ تكون أعلى بشكل واضح عند إجراء تدريبات ذات إجهاد سريع، وأقل عند إجراء تدريبات التحمل.

إن هذا يبين أن التكيف البايوكيميائي هو ليس فقط للنظام العضلي، وإنما لبقية الأعضاء الأخرى أيضاً. وأن هذا التكيف للأعضاء بسبب التدريبات المختلفة هو ليس مطلقاً وليس واحداً لكل أنواع التدريب، وإنما ملاءمة وتكيفاً لنوع معين وخاص من التدريب. ويمكن القول أن هذه التغيرات البايوكيميائية هي نوعية وخاصة تعتمد على صفة وخاصية الإجهاد التدريبي.

أسس تحليل الطاقة للصفات البدنية:

إن أسس تحليل استهلاك الطاقة للقوة العضلية يكمن في تركيب بروتين العضلة بالدرجة الأولى، وخاصة ذلك الجزء من البروتين المسمى بالمايوسين *Myosin* ، وكذلك في فعالية الـ *ATP ase* ، وما يترتب على ذلك من ارتفاع في قابلية الأعضاء للتأهب السريع في تحويل الطاقة الكيميائية لثلاثي فوسفات الأدينوزين إلى طاقة ميكانيكية ضرورية لتقلص وتمدد العضلات.

إن قدرة العضلة على التقلص والتمدد وقابليتها على إخضاع وتطويع المقاومة تكون كبيرة كلما كانت كتلتها كبيرة ، وهذا يعني كلما تكون كمية البروتين في تركيبها كبيرة.

كما أن الأسس البايوكيميائية للسرعة مرتبطة هي الأخرى بفعالية الـ *ATP ase* للمايوسين. وهذا يعني أنها مرتبطة بسرعة التأهب لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية. ولكن عند إجراء أغلب التمارين الرياضية لا يمكن التفكير بالسرعة فقط دون تحمل هذه السرعة ، وبالتالي لا يمكن فصلها عن قابلية العضلة لأداء عمليات التقلص

والتمدد السريعة والعنيفة في وقت مبكر (بدون تأخير). إن الأساس البايوكيميائي لهذه العملية مرتبطة بالقدرة الكامنة على أداء العمليات اللاهوائية كطريق لإعادة بناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، وبالتالي فالعملية تكون مرتبطة بمدى تكيف الأعضاء أو ملاءمة الأعضاء للعمل تحت ظروف نقص نسبي لكمية الأوكسجين اللازمة لأداء مثل هذا العمل، وهذا يعني العمل تحت ظروف لا هوائية نسبياً.

وأخيرًا .. فإن الأسس البايوكيميائية للتحمل في أداء عمل يستمر لفترة طويلة يتحقق من خلال القدرات الكامنة للأعضاء لإعادة بناء مركبات الفوسفات الغنية بالطاقة عن الطريق الهوائي والأكسدة (مشاركة الأوكسجين) ، وعن طريق القيمة الإجمالية للاحتياطي الذي تملكه الأعضاء من الطاقة (وبالدرجة الأولى كمية الاحتياطي من الكلايكوجين الموجود في الكبد وفي العضلة).

إن تطور خواص وصفات الفعاليات الحركية خلال عمليات التدريب تكون عادة مرتبطة بطبيعة التمارين البدنية. وهذه الواقعة تخضع إلى حقيقة أو موضوعية التكيف النوعي أو الملائمة البايوكيميائية النوعية للأعضاء.

فتمارين القوة مثلاً تُطَوِّرُ قبل كل شيء القدرة والقوة ، وتمارين السرعة تُطَوِّرُ القابلية على أداء الشغل بشكل سريع.

وتمارين التحمل هي الأخرى الغرض منها تطوير القدرة والقابلية على التحمل.

وعلى كل حال فإن التمارين المُوَجِّهة لغرض تطوير صفة معينة يمكن أن تؤدي حسب التصورات البايوكيميائية إلى تطوير صفات أخرى.

إن تطور خواص وصفات الفعالية الحركية مرتبط بتأثير عملية التدريب على تطوير النظام البايوكيميائي.

وفيما يلي نستعرض تأثير كل نوع من أنواع التدريب الثلاثة التي ذكرناها سابقاً على تطوير النظام البايوكيميائي للأعضاء.

أولاً: تدريبات الإجهادات العنيفة والسريعة

وهي كما ذكرنا سابقاً تدريبات تتميز بإجراء تمارين عنيفة تدوم لفترة قصيرة ، خلال هذه التدريبات تتم عادة إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين عن طريق لاهوائي بصورة رئيسة ، وخاصة في بداية التمرين ، وبناء على ذلك سيؤدي التدريب إلى تقوية هذا الطريق (الطريق اللاهوائي) ، كما سيحصل تكيف نوعي للأعضاء للعمل تحت ظروف نقص نسبي في كمية الأوكسجين.

إن الطريق اللاهوائي في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين يكون عادة أقل كفاءة من الطرق الهوائية التأكسدية، ولذلك فخلال هذا النوع من التدريب ستضعف عملية بناء البروتين ، حيث تكون كفة عملية هدم البروتين هي الراجحة ، أي أن كمية البروتين المستخدم تكون أكبر من تلك التي يعاد بناؤها، وبالتالي فستتناقص كميته في العضلة.

أما في طور الراحة فستزداد قوة عملية إعادة البناء .. إن ما يعاد بناؤه من البروتين في العضلة عند طور الراحة هو أكبر من الكمية التي استهلكت أثناء إجراء التمرين - حالة فرط التعويض - .

وبناء على ذلك فإن كمية البروتين في العضلة ستتجاوز المستوى الأصلي الذي كانت عليه قبل إجراء التمرين، وينتج عن ذلك كبر كتلة العضلة. إن زيادة البروتين في العضلة يعني زيادة المايوسين وبالتالي زيادة في فاعلية الـ *ATP ase* .

وواضح أن هذه التغيرات البايوكيميائية هي الأساس البايوكيميائي للقوة ؛ فالتدريب الموجه لغرض السرعة والتغلب على الإجهاد العنيف سيؤدي بشكل غير مباشر إلى زيادة القوة أيضاً. هذا من ناحية ، ومن ناحية أخرى فإن عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين أثناء إجراء التمرين ستعوض بطرق هوائية تأكسدية في طور الراحة ، إن هذه الطرق الهوائية ستؤدي إلى الأكسدة المصحوبة بالفسفرة ، وكل هذا يؤدي إلى توسع في إمكانية الأعضاء على الاستفادة من الطريق الهوائي خلال عملية التدريب أيضاً ، الأمر الذي سيساعد على التحمل ؛ لأن هذا هو الأساس البايوكيميائي للتحمل.

وهكذا مرة أخرى .. نرى أن التدريب على تمارين السرعة يؤدي إلى تحسين الإمكانية على التحمل عند الرياضي إضافة للهدف الأصلي من التدريب.

فهذا التوافق يعني أن التمارين العنيفة والسريعة لا تؤدي إلى تطوير زيادة سرعة الرياضي فقط وإنما تطوير القوة والتحمل أيضاً.

تحليل استهلاك الطاقة لصفة القوة المميزة بالسرعة للرياضي وطرق تنميتها :

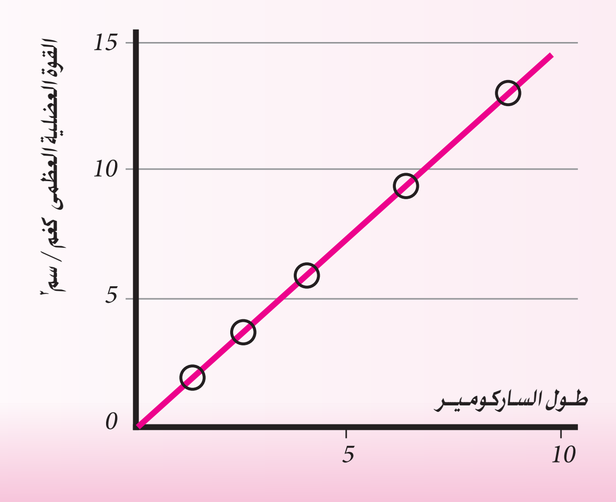
تعد القوة والسرعة أهم صفات « القوة المميزة بالسرعة » ويرتبط ظهورها بعدد من العوامل النفسية والفسلجية والبايوكيميائية والآلية الكيميائية.

يتم بلوغ القيم العظمى لمواصفات « القوة - السرعة » عندما تكون قوة الإرادة في أعلى درجاتها وهنا يتم بلوغ التهيج المثالي في المراكز الآلية والحفاظ على التردد الأعظم للزخم في المحركات الحسية التي يشارك من خلالها في العمل أكبر عدد من الوحدات الحركية ويعتمد ظهور مواصفات « القوة - السرعة » كثيراً على علاقة التقلص السريع أو البطئ للألياف في العضلات ومزايا التركيب وموقع الألياف العضلية بالنسبة لها، (ويعتمد هذا على مجموع القوة في نقاط ارتكاز نهايات الغضاريف العضلية بالعظام) وتنسيق الحركة.

إن ظهور القوة المميزة بالسرعة بمستوى وحدات حركية إنفرادية تتحدد من خلال الإيعازات على الغشاء الخارجي للألياف العضلية ، وسرعة إيصال الإيعاز الكهربائي من الغشاء الخارجي إلى الألياف العضلية.

إن العوامل الأساسية التي تحدد ظهور مواصفات القوة المميزة بالسرعة يمكن تحديدها من « العلاقات الأساسية » للعضلات ، وترسم أولى هذه العلاقات شروط ظهور القوة العضلية العظمى . (الشكل رقم ٢٧).

الشكل (٢٧) العلاقة بين القوة العضلية العظمى وطول الساركومير وكمية الزلال في الألياف العضلية



وتُظْهِر نتائج التجارب العملية التي أجريت لعضلات مختلفة في الإنسان والحيوان أن قيمة القوة العضلية العظمى تتناسب طردياً مع طول الساركومير أو طول الخيوط العضلية السميكة ، والتركيز الإجمالي للزلال الأكتيني الانقباضي في العضلات. وكما وردت الإشارة سابقاً ، فإن القوة التي تتنامى خلال عملية تفاعل الخيوط النشطة وخيوط المايوسين في الألياف العضلية تتناسب طردياً مع عدد الركائز العرضية المتكونة. وكلما كانت مساحة اتصال الألياف النشطة الرفيعة بألياف العضلين السميكة ضمن حدود الساركومير نفسه أكبر. كلما كانت القيمة العظمى للقوة التي تولدها العضلة أكبر ، وتتحدد المساحة القصوى الممكنة لالتصاق الخيوط من خلال طول خيوط المايوسين الغليظة، أو طول الساركومير الانفرادي. ولعل أطول ساركومير عثر عليه هو الساركومير الموجود في العضلات المادة (*obturatorius*).

إن بمقدور هذه العضلات أن تنمي قوة تتجاوز بمقدار ٦,٣ أضعاف القوة العضلية القصوى للإنسان، وتوجد أقصر الساركوميرات في عضلة الحشرات الطائرة.

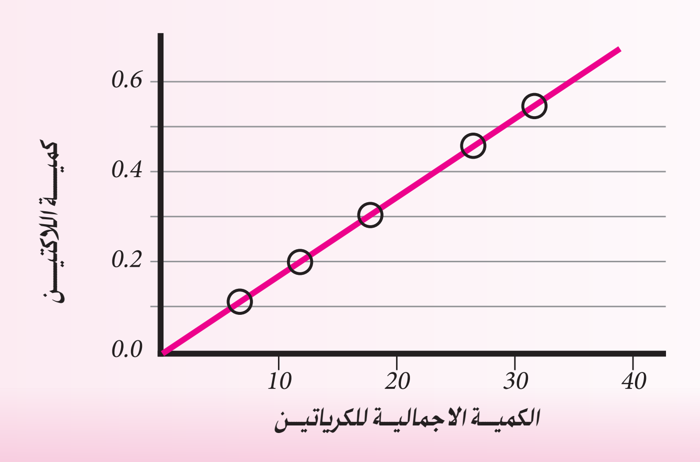
وتساوي القيمة النسبية العظمى لقوة هذه العضلات ثلاث مرات أقل مما هي عليه عند الإنسان ، ويساوي معدل طول الساركومير في العضلات الهيكلية للإنسان حوالي ١,٨ مايكرون ، أما طول خيوط المايوسين فيساوي مايكروناً واحداً تقريباً وتحتل عضلات الإنسان حسب قيمة القوة العظمى موقعاً متوسطاً.

إن طول الساركومير أو درجة بلمرة العضلين في الخيوط الغليظة للألياف العضلية أنه عامل وراثي، وهو يبقى دون تغير خلال عملية النمو الذاتي وكذلك في عملية التدريب.

إن الزلال الموجود في العضلات يتغير بصورة كبيرة في عملية النمو الذاتي تحت تأثير التدريب. إن طول الساركومير يمكن أن يجد اختلافاً واضحاً في الألياف العضلية من أنواع مختلفة ، وكذلك في العضلات ذات التوجه الوظيفي المختلف.

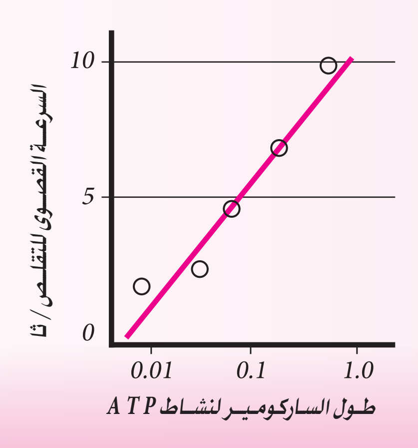
يوجد الأكتين في الألياف العضلية بعلاقة خطية مع الكمية الإجمالية للكرياتين (الشكل رقم ٢٨) ، إن كلا المؤشرين - كمية الأكتين والتركيز الإجمالي للكرياتين - يمكن أن يستخدم عند المراقبة لنمو القوة العضلية والتنبؤ بمستوى الإنجازات الرياضية في تمارين القوة المميزة بالسرعة.

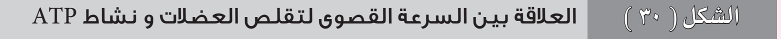
الشكل (٢٨) العلاقة بين كمية زلال لاكتيني والكمية الإجمالية للكرياتين في العضلات الهيكلية



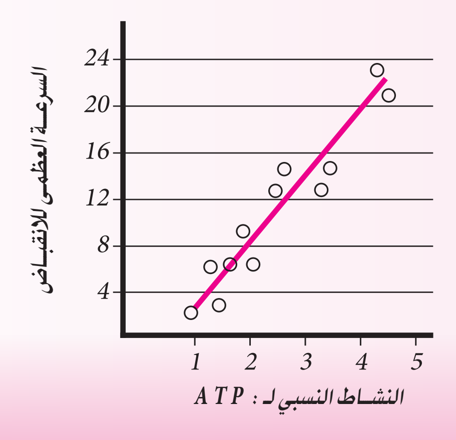
وترسم العلاقة الأساسية الثانية الصلة بين القيمة القصوى لسرعة تقلص العضلات وطول الساركومير وبين النشاط النسبي للعضلين ATP. ولعل أكبر سرعة للتقلص يمكن ملاحظتها في عضلات الحشرات الطائرة التي تضم في تركيبها أقصر ساركومير. (الشكل رقم ٢٩) ، أما أصغر سرعة فتلاحظ في العضلات المادة للحشرات إذ يلاحظ فيها أطول ساركومير، وتتناسب السرعة القصوى للتقلص طردياً مع النشاط النسبي لـ ATP (الشكل رقم ٣٠).

الشكل (٢٩) العلاقة بين السرعة العظمى لتقلص العضلة وطول الساركومير في نشاط ATP للألياف العضلية





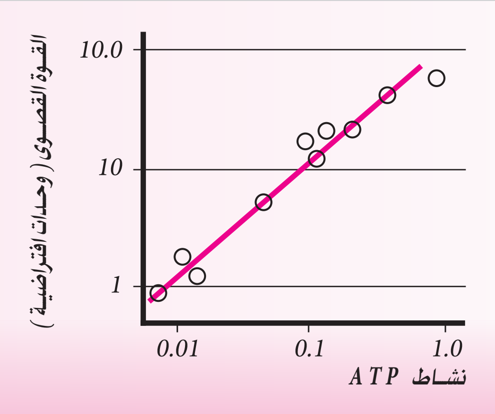
الشكل (٣٠) العلاقة بين السرعة القصوى لتقلص العضلات و نشاط ATP



وتختلف قيمة السرعة العظمى للتقلص بصورة كبيرة في الألياف العضلية للأنواع المختلفة، فهي مثلاً تكون في الألياف العضلية البيضاء ذات التقلص السريع أقل بحوالي أربع مرات مما هي عليه في الألياف الحمراء ذات التقلص البطئ وفي الحركات العفوية للإنسان.

المهم ليس هو ظهور القوة المعزولة أو سرعة التقلص وإنما التأثير المشترك لكليهما الذي يقوم حسب قيمة القدرة للقوة المتنامية ولما كانت القدرة تساوي حاصل ضرب القوة في السرعة، لذا فإنه يمكن الانطلاق من علاقات معروفة أصلاً للقوة وسرعة التقلص واستخراج العلاقة الأساسية الثالثة التي ترسم تغير القدرة عند تقلص العضلات (الشكل رقم ٣١).

الشكل (٣١) العلاقة بين القدرة القصوى التي تنميها العضلات وبين القيمة الإجمالية لنشاط ATP في العضلات

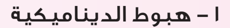


وتشكل القدرة التي تنميها العضلات حالة طردية للقيمة الإجمالية لنشاط *ATP*، أي السرعة الإجمالية لانشطار *ATP*.

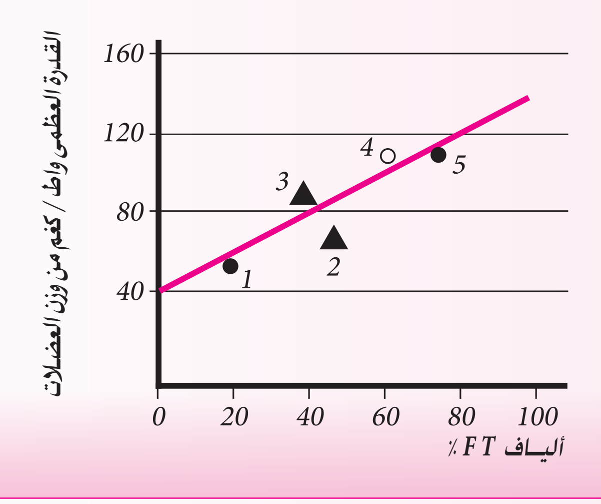
إن قيمة القدرة العظمى، شأنها شأن السرعة العظمى للتقلص، تختلف كثيراً في الألياف العضلية المختلفة وتتغير بصورة كبيرة عند التكيف لنوع معين من النشاط الحركي، وتساوي القدرة في الألياف البيضاء سريعة التقلص ١٥٥ واطاً لكل كيلو غرام واحد من وزن العضلات وتساوي هذه القدرة في الألياف الحمراء بطيئة التقلص ٥٠ واطاً للكيلو غرام الواحد من وزن العضلات.

إن النشاط الإجمالي *ATP* يكون أكبر في الألياف البيضاء ذات التقلص الأسرع. وتبعاً لهذا (الشكل رقم ٣٢). فإن القدرة العظمى ستجد علاقة وثيقة مع نسبة وجودها في العضلات العاملة. إن عدائي الركض السريع تضم عضلات بطونهم (*musculus gastrocnemins*) ألیافاً بيضاء سريعة التقلص ، نسبة مقدارها ٦٠ ٪ وبذلك يتجاوزون بصورة ملحوظة عدائي المسافات الطويلة في قيم القدرة العظمى (١٢٠ واط للكيلو غرام الواحد مقابل ٨٥ واط).





الشكل (٣٢) علاقة القدرة العظمى التى تنميها العضلات بالنسبة المئوية لوجود ألياف FT :

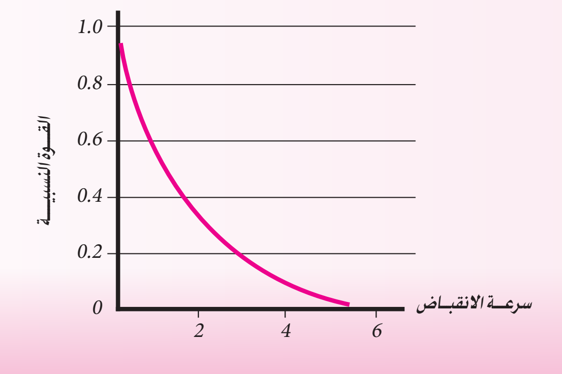


١ – هبوط الديناميكية
٢ – رقابة
٣ – جرى طويل
٤ – جرى قصير
٥ – قفز

إن نسبة الألياف البيضاء السريعة التقلص عند عدائي المسافات الطويلة تشكل في هذه العضلة نسبة مقدارها ٣٥ ٪.

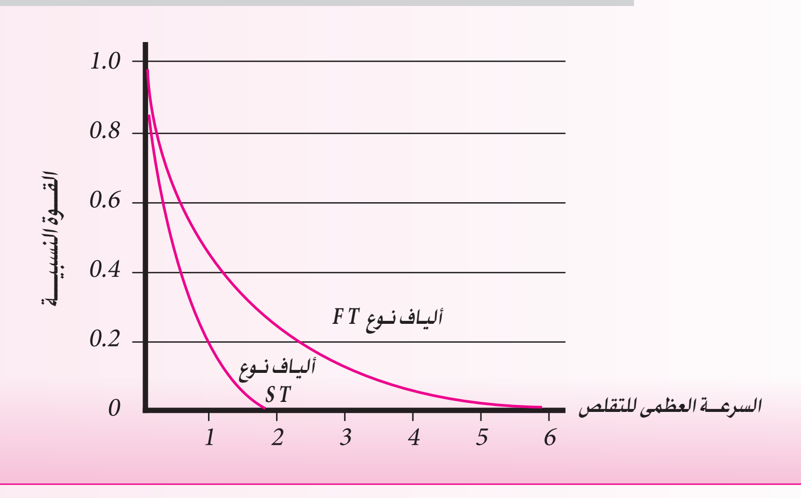
ويجب أن تستند إلى عدد من « العلاقات الأساسية » للعضلات علاقة يطلق عليها العلاقة الوصفية. وقد رسم (هيل) العلاقة بين قيمة القوة وسرعة التقلص (الشكل رقم ٣٣) وتشير هذه العلاقة إلى أن أكبر قيمة للسرعة تظهر في نظام متساوي القياس (isometric) حيث تساوي سرعة الانقباض.

الشكل (٣٣) العلاقة بين القوة وسرعة الانقباض فى الخلايا الهيكلية (علاقة هيل الوصفية)





الشكل (٣٤) العلاقة بين القوة النسبية والسرعة العظمى للتقلص في العضلات التي تتكون من ألياف نوع FT ، ST (جون فولكلير وغيره ١٩٨٠)



أما أكبر سرعة للتقلص فإنها تتنامى عندما تساوي قيمة السرعة النسبية حوالي ٢,٠ من القيمة الذاتية العظمى للقوة المتساوية.

إن العلاقة الوصفية تصبح بدرجة متساوية للألياف سريعة التقلص، وكذلك الحمراء بطيئة التقلص (الشكل ٣٤).

وفي العضـلات الهيكليـة للإنسـان تتـراوح القيمـة العظمى ضمـن حـدود ١٥ ولغاية ٣٠ نيوتن × ١٠م٢، كما أن هذه القيمة لا يمكنها أن تجد اختلافات جوهرية في الألياف السريعة والبطيئة ، وفي الوقت نفسه فإن سرعة التقلص في الألياف البيضاء تكون بمقدار ٤ مرات أكبر من الحمراء. ولما كانت الألياف الحمراء والبيضاء في العضلات الهيكلية توجد بنسب معينة، فإن الصفات الانقباضية لهذه العضلات ستنسب إلى ذلك الجزء في منحنى العلاقة الوصفية المحصورة بين القيم الأخيرة للألياف الحمراء والبيضاء.

وانطلاقاً من العلاقة المرسومة بين قوة وسرعة التقلص العضلي تحدد المستلزمات الأساسية للتمارين الموجهة نحو تنمية مواصفات القوة المميزة بالسرعة.

فمثلاً عند تنمية إمكانيات القوة الذاتية (تحسين القوة العظمى للعضلات) فإن قيمة التغلب على المقاومة يجب أن تتراوح بين ٧٠ و ١٠٠٪ من القيمة العظمى وعند تنمية إمكانية تنفيذ التمرين بالسرعة العظمى للتقلص من ٢٠ لغاية ٤٠ ٪.

وعند استكمال الكفاءة لقوة وسرعة التقلص، أي لسرعة ٤٠ – ٧٠ ٪ فإن المستلزمات المطلوبة لتمارين ذات اتجاه القوة المميزة بالسرعة هي الأخرى تكمن في التوافق الأمثل لتشكيلة التمرين الأساسي وخلق ظروف مناسبة في تنفيذ تمارين بالقوة القصوى.

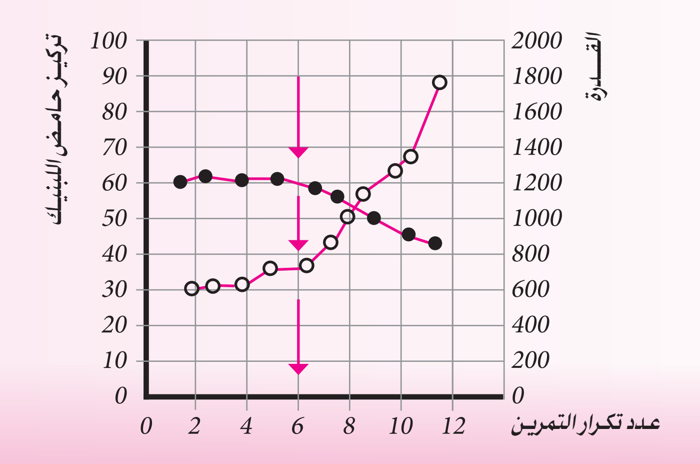
الأسس البايوكيميائية في انتخاب الوسائل والطرق الخاصة بالقوة المميزة بالسرعة في إعداد الرياضيين :

لما كانت العوامل التركيبية لإمكانيات القوة المميزة بالسرعة للإنسان (طول الساركومير في الألياف العضلية، وجود ألياف سريعة وبطيئة التقلص في العضلات) مشروطة وراثياً، لذا .. فإن الطرق الأساسية المنطقية لتحسين صفات القوة المميزة بالسرعة للرياضيين تكمن في انتخاب الوسائل والطرق التي بمقدورها أن تحسن نشاط ATP العضلين وتعزيز تكوين الزلال المتقلص في العضلات، ولإيجاد الحلول لهذه المسائل في أنواع الرياضة التي تتصف بالقوة المميزة بالسرعة، تستخدم في الوقت الحاضر وسيلتان منطقيتان أساسيتان: طريقة القوة العظمى وطريقة إعادة التمارين القصوى.

وتستخدم لتدريب صفة القوة المميزة بالسرعة تمارين قريبة من التركيبة الديناميكية الحيوية إزاء تمارين المنافسات أو تمارين أشد من المنافسات. وهي تنفذ بأقصى تجنيد لإظهار القوة العظمى مع عدد غير كبير للإعادات وباستراحات تكفي لاستعادة الشفاء (عادة ما تكون ١,٥ – ٢) دقيقة.

يتحدد الحجم الأقصى للتمارين التي تظهر القوة والسرعة أو القدرة بواسطة التركيز الحرج لفوسفات الكرياتين في العضلات يساوي $^{1}/_{3}$ الحجم اللاهوائي اللاأسيدي والذي لا يمكن بدونه المحافظة على السرعة العظمى لتكوين ATP ، وبفضل هذه الكمية لفوسفات الكرياتين يمكن تنفيذ ٣ – ٦ تكرارات لهذه التمارين يمكن في درس تدريبي واحد تكرار التمرين لـ ١٠ – ١٢ مرة دون حدوث هبوط في القدرة العظمى، وعند الإعادات المتكررة يتزايد التعب الموضعي الذي يقود بدوره لخرق التناسق في الحركة وتخفيض القدرة. إن هبوط تركيز فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة إلى قيم أقل من القيم الحرجة يصاحب بتقوية تحلل السكر، وتراكم حامض اللبنيك وينخفض بشدة PH داخل الخلية وتحت تأثير هذه التغيرات يحدث في وسط داخل الخلية هبوط في ATP العضلين وكنتيجة لذلك تهبط القدرة العظمى للتمرين ، لذلك لابد من إيقاف العملية التدريبية حال ملاحظة هبوط في القدرة العظمى. أو تغير حاد في كمية حامض اللبنيك ومؤشرات التوازن الحامض – القلوي في الدم (الشكل رقم ٣٥) ، وتوجه طريقة تكرار التمارين القصوى نحو تكوين الزلال ومضاعفة الكتلة العضلية ، ولإيجاد حل لهذه المسألة يمكن استخدام حمل واسع من التمارين لتحمل المجموعة المنتخبة من العضلات .. إن قيمة المقاومة التي يتم التغلب عليها عادة ما لا تتجاوز ٧٠ ٪ من القوة العظمى ، وعند تنفيذ التمارين بعدد كبير من الإعادة.

الشكل (٣٥) تغير قدرة العمل وكمية حامض اللبنيك في الدم عند تكرار تنفيذ تمارين قصيرة بشدة قصوى ، يمثل السهم في الشكل عدد التكرار الذي يمكن فيه الحفاظ على القدرة القصوى دون زيادة التكوين في حامض اللبنيك الناتج عن تحلل السكر



وعندما تكون قيمة المقاومة أكثر من ٥٠٪ من القوة العظمى، ينخفض جريان الدم عبر العضلة بصورة حادة ويصاحبه ظهور هبوط موضعي في كمية الأوكسجين. وفي هذه الظروف (عجز هوائي في مواد الطاقة) يختفي بصورة حادة الاحتياطي اللاهوائي اللاأسيدي، وتتجمع في العضلات كميات كبيرة من الكرياتين الطليق، ويتعزز بصورة ملحوظة تكوين حامض اللبنيك نتيجة تحلل السكر.

وبسبب العجز في بعض مركبات الطاقة عند تنفيذ حجم كبير من العمل يحدث خرق لزلال العضلات وتتراكم نواتج انحلاله، وتصبح نواتج انشطار الزلال إضافة للكرياتين الطليق مؤشرات لتكوين الزلال خلال فترة الراحة بعد تنفيذ عمل ذي طبيعة القوة المميزة بالسرعة.

حيث يستعاد تزويد الأنسجة بالأوكسجين بصورة طبيعية وتقوى عملية إيصال الغذاء لها.

إن تراكم حامض اللبنيك أثناء العمل الأقصى وما ينتج عن ذلك من تغير في الضغط داخل العضلات يساعد في تأخر السائل ما بين الخلايا في العضلات والذي يكون غنيًا بالمواد الغذائية، وبانتظام تكرار تنفيذ هذه التمارين يتضاعف في العضلات وبصورة حادة وجود الألياف العضلية الانقباضية ويزداد الحجم الإجمالي للكتلة العضلية.

إن التماذج المعقول والاستخدام التتابعي للطريقتين في عملية التدريب يمكن أن يؤمن مستوى عالي لتنمية مواصفات القوة المميزة بالسرعة للرياضي.



تحليل استهلاك الطاقة للتحمل :

التحمل: أهم الصفات البدنية التي تحدد مستوى كفاءة الأداء البدني للرياضي وهي يمكن أن تظهر بشكل عمل متواصل بالمستوى المعين من القدرة لغاية العلاقات الأولى التي تشير إلى ظهور التعب، إضافة إلى الانخفاض في كفاءة الأداء بحلول التعب، الذي يؤدى في نهاية المطاف إلى إيقاف العمل ، ويقاس التحمل بزمن العمل الذي ينفذ إلى النهاية.

يحدد التحمل من وجهة النظر البايوكيميائية كنسبة بين سرعة احتياطي الطاقة الذي يمكن استخدامه وبين سرعة استهلاك الطاقة عند تنفيذ التمرين المعين.

$$\text{التحمل} = \frac{\text{احتياطي الطاقة (جول)}}{\text{سرعة استهلاك الطاقة (جول / دقيقة)}}$$

أي أن التحمل يتحدد بالزمن الذي يبدأ من التوظيف بالشدة المعينة وينتهي عند النفاذ الكامل لمصادر الطاقة المتوفرة.

إن إظهار التحمل بصورة محددة دائماً يحمل طابعاً تخصصياً، يعتمد على استخدام عمليات ميتابولية مختلفة كمصادر، وانطلاقاً من وجود ثلاثة مصادر مختلفة من الطاقة في الجسم فإن الظهور العام للتحمل يمكن تصوره كنتيجة لتماذج مختلف عوامل الطاقة، والحجم، والفاعلية لهذه المصادر.

وفي التمارين القصيرة ذات القدرة العظمى حيث يقدر الزمن الأقصى للعمل ببضع ثوان لا تستطيع عمليات تحلل السكر الهوائي واللاهوائي في تكوين الطاقة أن تصل قيمتها العظًمى. وفي هذه التمارين يعتمد ظهور التحمل بصورة رئيسة على عوامل العمليات الهوائية واللاهوائية. أما في التمارين الطويلة ذات القدرة المعتدلة حيث تحدد مشاركة العمليات اللاهوائية في تأمين العمل بالطاقة من خلال العمليات الهوائية. فإن ظهور التحمل يتحدد بالدرجة الأساسية بعوامل العملية الهوائية. وتؤكد القياسات المباشرة لعوامل القدرة والحجم والفاعلية لمصادر الطاقة الهوائية واللاهوائية لممثلي أنواع رياضية مختلفة، ولما كانت مؤشرات التحمل تعتمد على الإمكانيات الهوائية واللاهوائية للرياضيين، لذا فمن الطبيعي يجب أن يكون التدريب موجهاً قبل كل شيء نحو مضاعفة هذه المواصفات للطاقة البايولوجية في الجسم.

طرق التدريب التي تساعد في تنمية التحمل :

إن وسائل التدريب التي تستخدم في تنمية التحمل تبدي تأثيراً انتخابياً واضحاً على وظائف الطاقة البايولوجية، ولعل أكثر الوسائل فاعلية لتنمية التحمل هو طريق العمل الطويل المستمر (منتظم أو متغير) وكذلك طريق التكرار والتدريب المتقطع. وعادة ما تقسم

وفق الاتجاه إلى التطور الهوائي واللاهوائي لهذا العنصر أو ذاك من عناصر التحمل. وفي ذلك النوع من التدريب الموجه نحو تنمية عنصر التحمل اللاهوائي واللاأسيدي، غالباً ما يستخدم طريق العمل التكراري والركض السريع المتقطع، ويكمن الهدف الأساسي في هذا النوع من التدريب الحصول على نفاذ أكبر ما يمكن من المصادر اللاأسيدية اللاهوائية في العضلات العاملة ومضاعفة ثبات الأنزيمات الأساسية للمنظومة اللاأسيدية اللاهوائية (ATP المايوسين وفوسفات الكرياتين السركوبلازم) في ظروف تجمع نواتج الانحلال اللاهوائي (ADP ، H3po4 ، حامض اللبنيك) ويمكن إيجاد حل لهذه المسألة يمكن أن يتم فقط بالاستعانة بعدد كبير من تكرار تمارين قصيرة (لا تتجاوز مدتها ١٠ – ١٥ ث ذات شدة عالية ٩٠ – ٩٥ ٪ من الطاقة العظمى).

وباستخدام طريق التكرار للتدريب على التحمل، حيث تستخدم تمارين بقدرة عظمى، ينبغي أن تكون الفاصلة الزمنية للراحة كافية لتأمين الاستعادة الكاملة للاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي الذي استهلك خلال أداء العمل بمعنى آخر ينبغي أن تنسجم مع زمن تعويض للدين الأوكسجيني ولا تقل عن ٢,٥– ٣ دقائق.

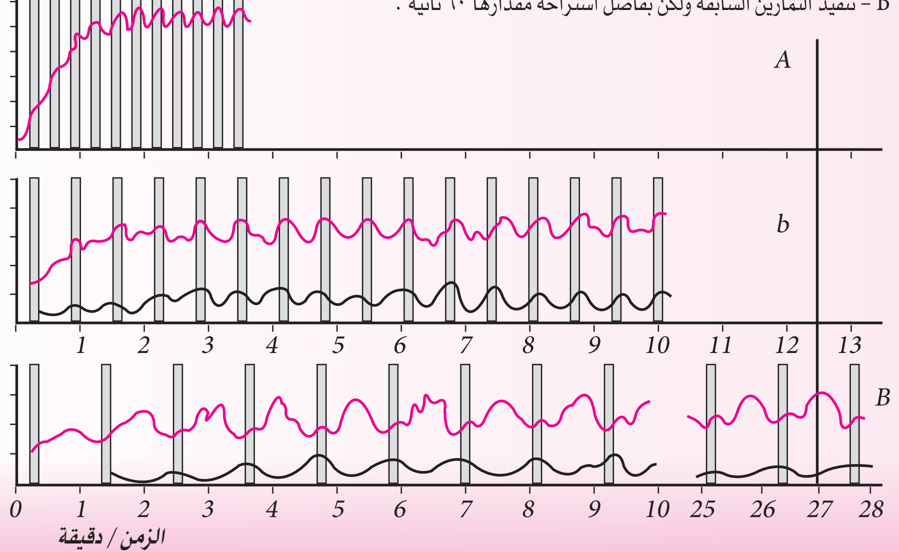
يؤدي شطر بعض المركبات الفسفورية (فوسفات الكرياتين، وثلاثي فوسفات الأدينوزين) عند تنفيذ تمارين ذات القدرة العظمى إلى زيادة حادة في سرعة استهلاك O_2 في اللحظات الأولى التي تعقب العمل حيث تجري عملية أكسدة إعادة تكوين فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة. وتتناغم أكبر سرعة لهذه العملية مع القيمة العظمى المتأخرة في منحنى استهلاك O_2 ، الذي يلاحظ في الدقيقة الأولى للاستعادة بعد انتهاء التمرين وفي هذه المرحلة تنخفض بشدة سرعة تحرر فائض CO_2 غير الميتابولزم. إن قيمة استهلاك O_2 وتجمع حامض اللبنيك في الدم تتضاعف بصورة مستمرة لغاية التكرار الخامس – السادس للتمرين مما يدل على النفاذ التدريجي لحجم الاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي. وما أن يتم بلوغ القيمة الحرجة لنفاذ احتياطي فوسفات الكرياتين في العضلات العاملة ستنخفض مباشرة القدرة العظمى. إن بلوغ هذه الحالة يتم عادة عند التكرار الثامن – العاشر للتمرين. ولابد هنا من الاعتراف بأن هذا العدد من التكرار يعد مثالياً لهذه الطريقة في التدريب لعنصر التحمل اللاأسيدي وبخلاف طريقة تكرار التدريب، حيث لا تحدد فيه الفاصلة الزمنية للراحة، فإن الطريقة المتقطعة تستوجب انتخاب فترة زمنية لفاصلة الراحة بطريقة تؤمن التأثير الأكثر تعبيراً على الدالة التدريبية، ويؤثر تغير هذه القيمة عند تكرار تنفيذ التمرين بالقدرة العظمى على ديناميكية الإزاحات البايوكيميائية في الجسم (شكل رقم ٣٦) وعند تقلص فواصل الراحة بين التمارين إلى دقيقة واحدة تستمر ملاحظة القيمة العظمى الموضوعة للأوكسجين، مما يدل على تنشيط عمليات إكمال الاحتياطي اللاأسيدي اللاهوائي، مع تكرارٍ لاحق بالقوة العظمى ولكن عندما تنخفض فترة الفاصلة الزمنية للراحة إلى ٣٠ ثانية وعوضاً عن ذلك سيظهر منحنياً بسرعة

الشكل (٣٦)

A - تنفيذ تمارين يبلغ طولها ١٥ ثانية بقدرة عظمى وباستراحة مقدارها ١٥ ثانية .

b - تنفيذ التمارين السابقة نفسها ولكن بفواصل استراحة مقدارها٣٠ ثانية .

B - تنفيذ التمارين السابقة ولكن بفاصل استراحة مقدارها ٦٠ ثانية .

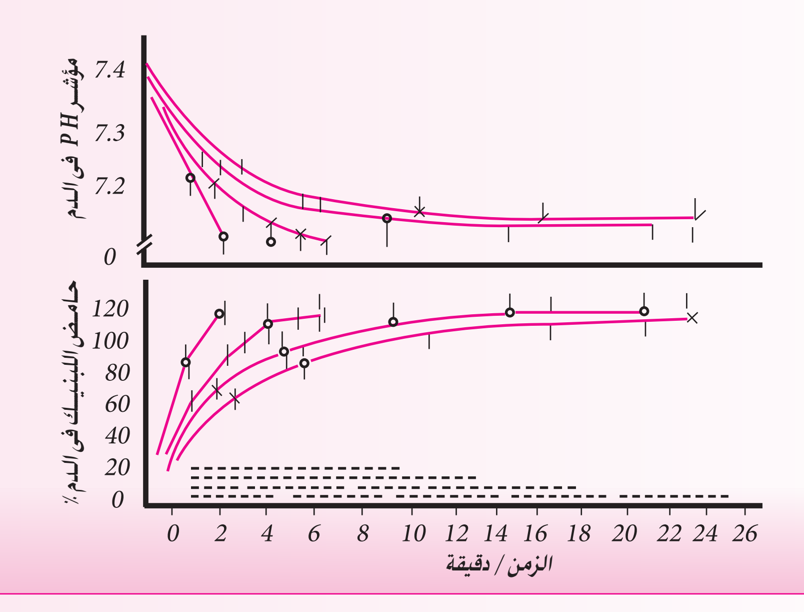


كبيرة جدًا لاستهلاك الأوكسجين O_2 عند نهاية كل تكرار بالقوة القصوى مع هبوط طفيف في فترات الراحة. إن هذا المنحنى يتضاعف بسرعة عند التكرارات الخمسة أو الستة الأولى للتمارين ومن ثم لا يطرأ تغير، حيث يتوقف عند مستوى محدد يتناسب مع ثقل العمل المتقطع المنفذ وهو يعني أنه يعتمد في هذه الظروف على مقدار الفواصل المختارة للراحة.

وإذا تم تقليص فاصلة الراحة لغاية ١٥ ثانية فإن مستوى «قمة» استهلاك O_2 عند تنفيذ التمرين يمكن أن تقارن بقيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويصاحب تقليص الفاصلة الزمنية في هذه الظروف وفي الإعادات الخمس أو الست الأولى تعزيز تحرر الفائض، وتراكم سريع لحامض اللبنيك وهبوط مؤشر PH في الدم (شكل رقم ٣٧).

إن الأكسدة الشديدة لأوساط الجسم الداخلية نتيجة تراكم حامض اللبنيك في الدم بكميات تتجاوز ١٠٠ ٪ مل إلى هبوط في حركة التفاعل الفسفوكرياتين وفي القدرة العظمى. وتقود الزيادة اللاحقة في عدد التكرارات لتغير العامل التدريبي للعمل المتقطع إذ يكتسب طبيعة مختلطة هوائية - لا هوائية ، لذا فاذا كانت تستخدم في الطريقة المتقطعة شدة قصوى قصيرة الأمد تتعاقب مع فواصل قصيرة للراحة (أقل ٣٠ ث).

الشكل (٣٧) تغير حامض اللبنيك ومؤشر PH فى الدم عند التدريب فى السباق السريع المتقطع



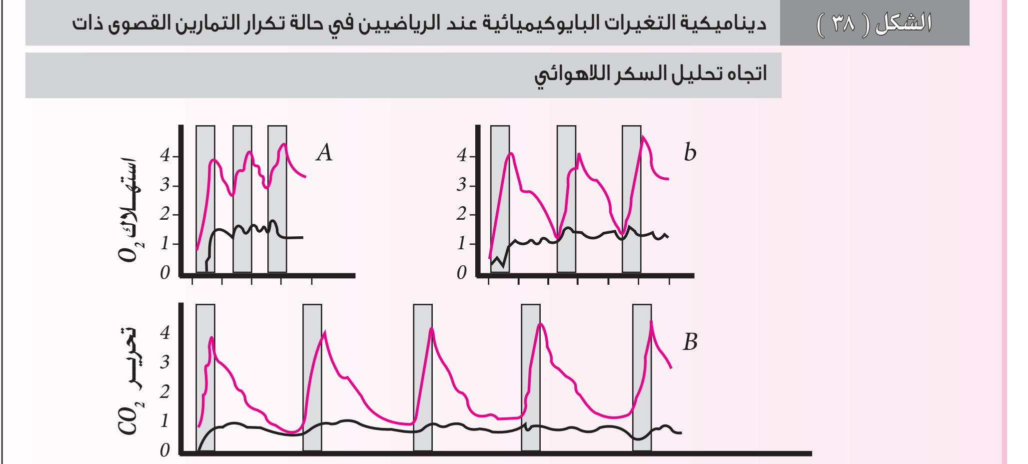
لذا ينبغي خلق مؤثر لا أسيدي لا هوائي في التدريب لتنفيذ مجاميع تتكون من ٥ – ٦ تكرارات لكل مجموعة مع فاصلة بين المجاميع تستغرق ٣ دقائق عند تنمية عنصر التحمل اللاهوائي في تحلل السكر، يمكن استخدام طرق العمل الآتية: لمرة واحدة، القصوى، التكراري والتقطع، وينبغي أن تؤمن المواصفات المختارة للقوة القصوى للتحول اللاهوائي للسكر في العضلات العاملة، ويتناسب مع هذه الشروط تنفيذ قوة قصوى بفواصل تتراوح بين ٣٠ ث ، ٢,٥ دقيقة.

وتساعد إعادة تنفيذ التمرين ذات الطبيعة تحلل السكر اللاهوائي من خلال فواصل راحة كبيرة وعفوية لتوليد مؤثر تدريبي مبرمج مع كل إعادة لاحقة، إن العدد الأقصى للتكرار في هذه الحالة يعتمد على خفض احتياطي النشا الحيواني في العضلات العاملة وبلوغ القيم القصوى للأكسدة (عادة في التكرار السادس – الثامن بالقوة القصوى).

إن تقليص طول فترة الراحة في العمل المتقطع ذات الطابع في تحلل السكر اللاهوائي لا تغير مستوى « قمة » استهلاك O_2 فهو في هذا التمرين يبلغ القيمة العظمى ولكن يؤدي إلى زيادة سريعة لاستعادة فائض استعمال O_2 وزيادة سرعة تراكم حامض اللبنيك في الدم وتنمية التعب. إذا كان مقدار فاصلة الاستراحة يتناسب مع طول الفترات العاملة كنسبة ١: أو ١:٥,١، أي أنه لا يتجاوز ١,٥ – ٢ دقيقة، فإن عدد تكرار التمارين سيتقلص بسبب سرعة تنامي التعب لغاية ٣ – ٤ مرات (الشكل رقم ٣٨ B ، A).

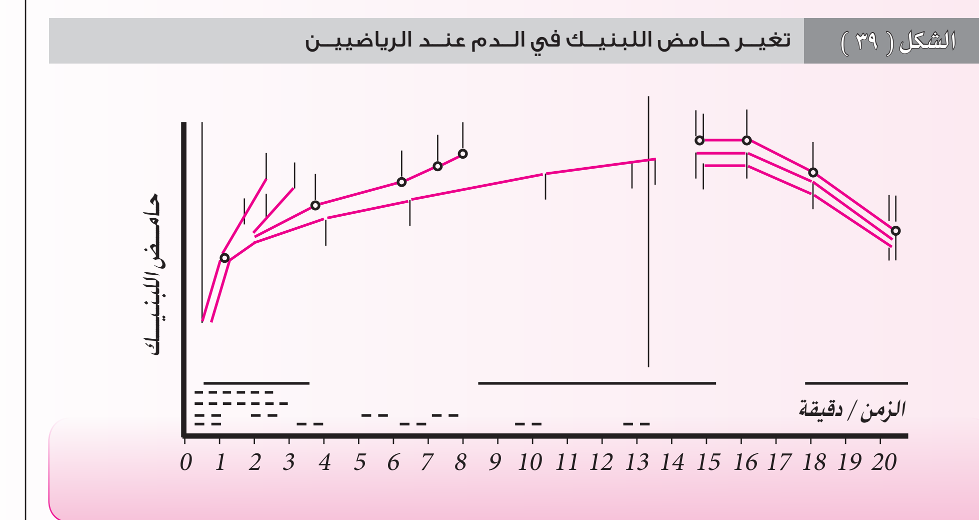


الشكل (٣٨) ديناميكية التغيرات البايوكيميائية عند الرياضيين في حالة تكرار التمارين القصوى ذات اتجاه تحليل السكر اللاهوائي



وهذا يعني بلوغ أكبر سرعة تحلل السكر اللاهوائي في العضلات العاملة وأكبر قيمة لتراكم حامض اللبنيك في الدم (الشكل رقم ٣٩).

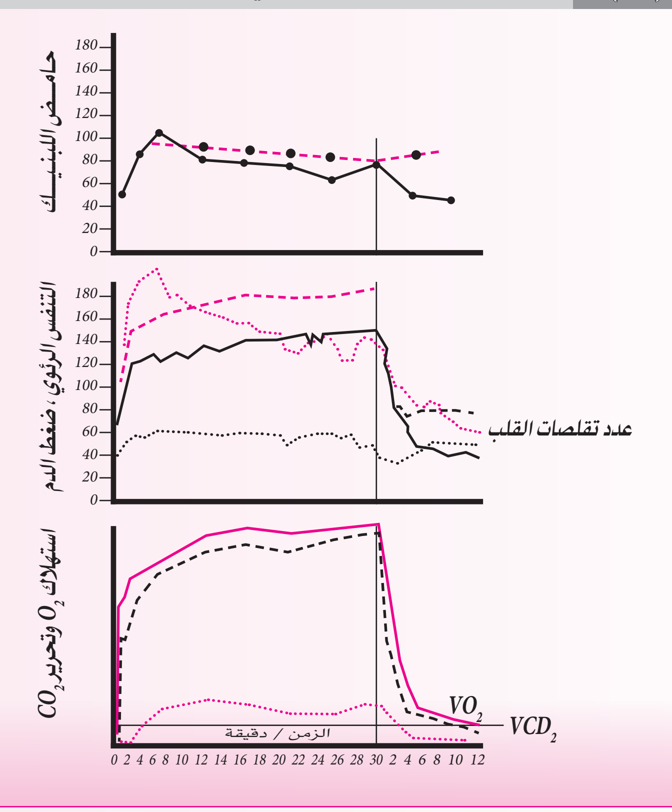
الشكل (٣٩) تغيـر حـامض اللبنيـك في الـدم عنـد الرياضييـن



ومن أجل تنفيذ حجم العمل المطلوب فإن العمل المتقطع المصحوب بفواصل راحة قصيرة ينفذ عادة مجموعة من التكرار (٣ – ٤) تفصل بينها فترة راحة مقدارها ١٠ – ١٥ دقيقة، وهي ضرورية لاستعادة كفاءة الأداء بعد تنفيذ عمل لاهوائي، ويساعد هذا العمل على تقوية المؤثر التدريبي.

وفي التدريب الموجه نحو تنمية العمل الهوائي للتحمل تستخدم الطرق الآتية لمرة واحدة. والمستمرة والإعادة، إضافة لطرق مختلفة للعمل المتقطع ومن أجل تأمين التأثير الكافي في التبادل الهوائي عند استخدام الطرق الآتية للعمل المتقطع. للعمل لمرة واحدة والعمل المستمر وطريقة الإعادة فإن الفترة الاجمالية للتمرين ينبغي أن تشكل ما لا يقل عن ثلاثة دقائق كافية لبلوغ مستوى مستقر في استهلاك O_2 . وفي العمل لمرة واحدة فإن حجم الحمولة، التي تسبب إعادة التكيف في الجسم، تشكل ما لا يقل عن ٣٠ دقيقة، وكمثال لتفاعل بايوكيميائي في استجابة الجسم إزاء هذا النوع من العمل نورد (الشكل رقم ٤٠).

الشكل (٤٠) ديناميكية التغير البايوكيميائي عند الرياضيين أثناء عمل طويل متصل



ينبغي أن تؤمن شدة التمرين المنفذ أثناء العمل المستمر شدة كبيرة لتحولات هوائية في الأنسجة. وكما يبدو من المنحنيات المشار إليها فإن مستوى استهلاك O_2 بعد الفترة الأولية للإعداد، يتحدد بالقرب من قيمته العظمى. ويتطلب تنفيذ هذا العمل توتراً شديداً لمنظومة التنفس القلبية، المسؤولة عن إيصال O_2 إلى العضلات العاملة خلال العمل يزداد مؤشر التنفس الرئوي وتردد التقلصات القلبية بصورة مستمرة كما أن تغير ضغط الدم يكون كبيراً جداً.

ولما كان مستوى الحمولة أكبر من عتبة التبادل اللاهوائي فعندئذ سيتعزز خلال تنفيذ التمرين تحرر فائض CO_2 اللاميتابولي وتراكم حامض اللبنيك في الدم بصورة كبيرة، ويكون الرياضيون المصنفون قادرين لتنفيذ هذا النوع من العمل المستمر خلال فترة ٢,٥ - ٣ ساعات. إن توتر استجابة أنظمة التبادل الهوائي، كرد على عمل طويل مستمر، يزداد بصورة ملحوظة عند النظام المتغير للتمارين ويمكن بسهولة تفهم سبب ذلك تحليل ديناميكية التغيرات البايوكيميائية خلال إعادة تنفيذ التمرين، الذي يسبب زيادة قصوى للميتابول الهوائي في الأنسجة.

وعند كل تكرار للتمرين الذي تتجاوز فترة تنفيذه فترة الإعداد، فإن مستوى استهلاك O_2 يتزايد في بداية التمرين، ومن ثم يحافظ على القيمة العظمى لغاية نهاية العمل.

ويجب أن تنسجم الفترة الإجمالية للتمرين مع زمن الحفاظ على القيمة القصوى لاستهلاك O_2 وهو عادة ما يساوي ٣ - ٦ دقائق، إن تكرار مثل هذه المجموعة من التمارين ترغم الجسم أن يعمل بثبات وبصورة تدريجية إما للإعداد (في بداية تنفيذ التمرين)، وإما للاستعادة (في فواصل الراحة)، إن مثل هذا التغير الحاد في مستوى الميتابول الهوائي يصلح أن يكون محفزاً جديداً، وعليه فإنه سواء كان العمل تكرارياً أو متغيراً في هذا النظام المحدد فإنه من الأفضل المساعدة في محافظة القدرة الهوائية والفاعلية الهوائية.

وهناك أنظمة خاصة للعمل المتقطع تؤثر بصورة معبرة على التبادل الهوائي ولعل أحد هذه الأنظمة التدريبية يحمل تسمية « التدريب المتقطع حسب قاعدة فرايبورغ ».

ويتلخص هذا النظام بتتابع مراحل قصيرة نسبياً للتمرين (يتراوح زمنها بين ٣٠ ثانية ولغاية ٩٠ ثانية) مع فواصل استراحة متساوية، ويعطي مثل هذا العمل تحفيزاً كافياً لانتشار العمليات الهوائية في الأنسجة.

لهذا السبب يطلق على هذا النوع من النظام للعمل المتقطع « بالتدريب المتقطع » (يوضح الشكل رقم ٤١). طبيعة ديناميكية المؤشرات البايوكيميائية وفق قاعدة (فرايبورغ) ويبين تذبذب غير كبير في مستوى استهلاك O_2 في تنفيذ عمل تنعدم فيه التغيرات الواضحة من جانب الميتابول اللاهوائي. إن التعزيز البسيط لعملية تحلل السكر اللاهوائي في العضلات العاملة تحددها المرحلة الابتدائية، التي تضم ٥ - ٦ تكرارات للتمرين. ومن ثم يلاحظ أن وجود حامض اللبنيك في الدم يتجه نحو الانخفاض.

الشكل (٤١) التغير البايوكيميائي عند تنفيذ تدريب متقطع باتجاه

ويصلح التدريب المتقطع لمسافات قصيرة أن يكون واسطة جيدة لمضاعفة مؤشر القدرة الهوائية ولعل الأساس البايوكيميائي لهذا النظام في العمل المتقطع قد تم وضعه عند التحليل الذي تم لإعادة تنفيذ التمارين القصيرة بالقدرة العظمى. وفواصل استراحة قصيرة وهنالك تحوير للتدريب المتقطع لمسافات قصيرة يطلق عليها « التدريب المتقطع الجلوبيني العضلي» ويستخدم فيه فترات قصيرة جداً (لا تتجاوز ١٠-١٥ث) لتمارين متعاقبة مصحوبة بفترات استراحة قصيرة أيضاً ، إن شدة التمرين عالية جداً ولكنها لا تصل إلى القيمة العظمى (ينفذ التمرين بحرية وبدون ضغط). ويستهلك في المراحل القصيرة من العمل احتياطي O_2 الداخلي الذي يرتبط مع الجلوبين العضلي ، ولكن هذا الاحتياطي سرعان ما يكمل في فواصل الراحة القصيرة. ويمكن أن ينفذ هذا العمل بحجم كبير مع الاحتفاظ بمستوى عال لاستهلاك O_2 وهو كثيراً ما يساعد على تنمية الفاعلية الهوائية.

إن المستوى العالي لنمو التحمل يمكن أن يتم بلوغه عند استكمال جميع عناصره الأساسية في آن واحد ، بمساعدة مجموعة من الوسائل المختلفة والطرق التي تؤمن تأثيراً اختيارياً على مواصفات الرياضي ، إن استخدام جميع الوسائل والطرق يجب أن يرتكز على معرفة القوانين الأساسية للتكيف البايوكيميائي في عملية التدريب.



ثانيًا: تدريبات التحمل

أما ما يتعلق بإجراء التمارين التي تهدف إلى التدريب على التحمل، فإن الطريق اللاهوائي في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين يسود عند بداية التمرين فقط. وفي الواقع فإنه يجري لفترة قصيرة ، وليس له تأثير يذكر على التغيرات البايوكيميائية الحاصلة في الأعضاء نتيجة لهذا النوع من التدريب. وعند استمرار عملية التدريب (استمرار أداء التمرين) تبدأ سيطرة الطرق الهوائية في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين.

وعلى هذا فكلايكوجين الكبد سيستهلك استهلاكاً كبيراً (على عكس تدريبات السرعة حيث لا يحصل تغير ملحوظ في احتياطي الكلايكوجين في الكبد، عند إجرائها).

أما عملية هدم البروتين وإعادة بنائه فتكون في حالة توازن، خلال عملية التدريب، سوف لا تتغير كمية البروتين في العضلة تغيراً مذكوراً .

وعلى هذا الأساس فتدريبات التحمل تهدف بالدرجة الأولى إلى تطوير وتحسين إمكانيات العمليات أو الطرق الهوائية في عملية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين كما تهدف إلى زيادة الاحتياطي من الكلايكوجين في الكبد (نظراً لحاجة الجسم لاستهلاكه خلال أداء تمارين التحمل).

هذا يعني أن عملية التدريب على التحمل تهدف إلى تهيئة الأسس البايوكيميائية للتحمل على أداء الإجهادات المستديمة ، وبالطبع فمثل هذا التدريب لا يؤثر تأثيراً كبيراً في تطوير الأسس البايوكيميائية لزيادة القوة أو زيادة السرعة ، لا بل أن تدريبات التحمل ربما تؤدي إلى تأثيرات سلبية في هذه الجوانب.

وخلاصة القول .. أنه يجب التمييز بين التدريب الذي يستعين بتمارين تؤدي إلى القوة أو إلى السرعة وبين التدريب الذي يهدف إلى تطوير القابلية على التحمل، حيث أن الأسس البايوكيميائية لكل من هاتين العمليتين تختلف عن الأخرى.

تدريبات القوة :

وهي كما ذكرنا سابقا تؤدي، عند ممارستها إلى حصول تبدل كبير في بروتين العضلة.

إن تمارين القوة تقود إلى عملية بناء شديدة لبروتين العضلة وبالتالي إلى زيادة كبيرة في كتلة العضلة ونشاط عالٍ لعمليات الـ ATP ase ، أي تهدف إلى تحسين الأسس البايوكيميائية للقوة. بجانب هذا، فإنّ تمارين القوة هذه تكون مصحوبة وبشكل ملحوظ بطرق لاهوائية في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين (ولكن ليس بمستوى ما يحصل عند تمارين السرعة). وعلى هذا الأساس فهذه التدريبات تؤدي إلى تطوير الطرق اللاهوائية في إعادة بناء

ثلاثي فوسفات الأدينوزين ، وبالتالي تؤدي بالضرورة إلى تطوير خاصية السرعة (أي تهيئ الإمكانيات أو الأسس البايوكيميائية التي تساعد الرياضي على زيادة السرعة).

أما دور هذه التدريبات في تحسين وتقوية الطرق الهوائية التأكسدية في عملية إعادة بناء ثلاثي الأدينوزين، فهي محدودة وغير ذات أهمية.

إن تدريبات القوى تؤدي أحياناً الى تأثيرات سلبية على التحمل لأسباب لم تفسر بشكل واضح لحد الآن.

من كل ما تقدم يتضح أن التدريب الذي يهدف إلى تطوير صفة أو خاصية معينة قد يؤدي إلى تطوير الأسس البايوكيميائية لصفة أو خاصية أخرى، ولكن هذه الظواهر الجانبية لا تكفي للوصول إلى نتائج رياضية عالية.

فلكي يكون التدريب ناجحاً في أي نوع من أنواع الألعاب الرياضية، ينبغي على المدرب أن يأخذ بالحسبان كافة خواص الفعاليات الحركية، ويطورها، ولا يكتفي بالوصول إلى تحقيق خاصية دون الأخرى. فمثلاً ينبغي أن لا يفكر بالوصول إلى القوة لوحدها بل أيضاً السرعة والتحمل أو بالعكس.

إذ لا يمكن أن يكون التدريب ناجحاً في ركض المسافات القصيرة مثلاً، إذا كان الرياضي لا يتمتع بالقوة الكافية. ولا يمكن نجاح هذا الرياضي إذا لم يستطع الاستمرار على الركض بالسرعة القصوى لكل المسافة. أي لا يستطيع النجاح إذا لم يمتلك الإمكانية والقابلية على التحمل الكافي.

كما أنه لا يمكن للمجدف أو راكض المسافات الطويلة، ولأسباب تكتيكية أن يزيد من سرعته، عند هذا المقطع من مسافة الركض (أو التجديف) أو ذاك، أو عند قرب الوصول إلى الهدف، إذا لم يكن مدربا تدريباً كافياً على تمارين السرعة. وهكذا هي الحال بالنسبة للجمناستك أو رافع الأثقال مثلاً، فعلى الرياضي أن يمتلك القابلية على التحمل، لغرض إجراء العدد اللازم من التمارين وإعادتها.

هذا يعني أن استعدادات الرياضي يجب أن تكون في جوانب عديدة لكي تنمي لديه الأسس البايوكيميائية لكل الخواص الحركية المهمة. فمن وجهة النظر البايوكيميائية مثلاً، يكون الاستعداد أو القابلية على استخدام الطرق الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين، عند راكض المسافات الطويلة مهماً جداً. ولكن في نفس الوقت ينبغي تنمية إمكانيات العمليات اللاهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين، قياساً بشخص غير رياضي، لكي يستطيع زيادة سرعته بنجاح إذا اقتضى الأمر.

أما بالنسبة لراكض المسافات القصيرة، فتعتبر الطرق اللاهوائية في عملية إعادة بناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة، ذات أهمية كبيرة، وأن تكيف أعضائه ينبغي أن يكون

ملائماً لظروف نقص الأوكسجين النسبي، ولكنه إذا لم يكن مدرباً بصورة جيدة على استخدام الطرق الهوائية التأكسدية، أكثر من الشخص غير الرياضي، فستكون فترة إعادة البناء في فترة الاستراحة طويلة وضعيفة.

إن هذه الحقائق تظهر بصورة أقوى في ألعاب رياضية مثل كرة القدم، حيث خلال مجمل سير هذه اللعبة قد يركض اللاعب ما مجموعه بضعة كيلومترات ، يتعرض خلالها إلى مختلف الظروف ، ومنها ظروف راكض المسافات القصيرة والقفز ، والتقدم ، والسرعة والبطء ، مما يتطلب قوة كبيرة لأدائها، وبالتالي فلاعب كرة القدم ينبغي أن يكون مدرباً تدريباً جيداً على كل الحالات التي ذكرناها سابقا.

وهكذا فهناك العديد من مثل هذه الأمثلة التي تبين أن التدريب في نوع من أنواع الرياضة البدنية ينبغي أن تكون له قاعدة واسعة نسبياً من الاستعدادات البدنية العامة والمتعددة الجوانب ، والتي يمكن أن تؤخذ كأساس لتطوير جانب من الجوانب أو صفة من الصفات التي تلعب دوراً كبيراً في ذلك النوع من الرياضة البدنية الذي أجرى التدريب من أجله.

الفصل الخامس

تأثير الحمل البدني في التكيفات الوظيفية

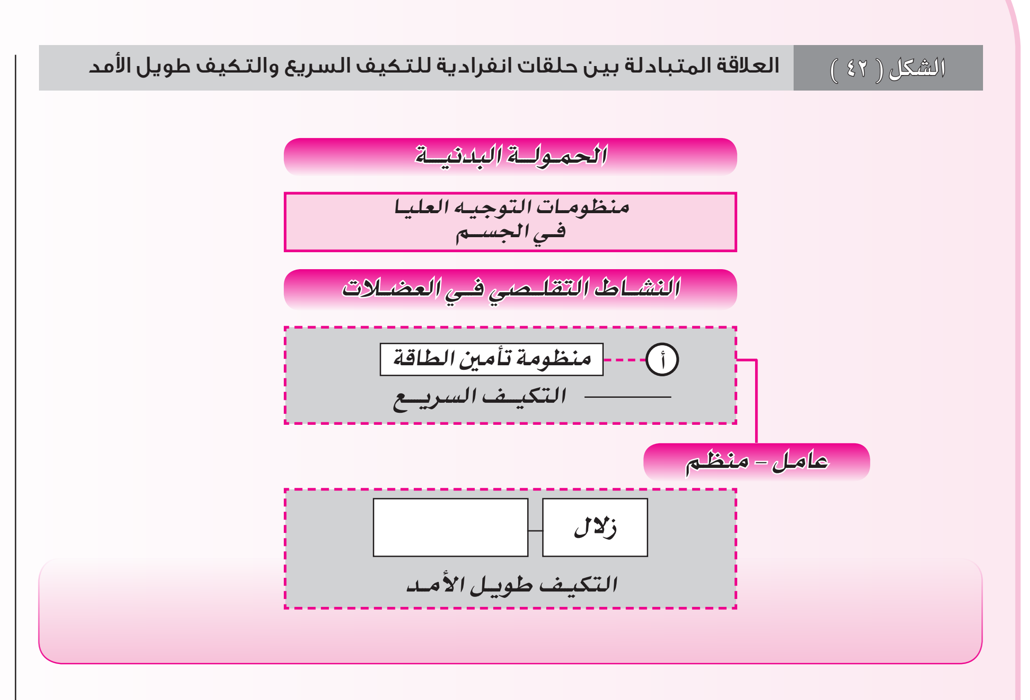
المقدمة

ينبغي النظر إلى التدريب الرياضي ، من وجهة النظر البايوكيميائية على أنه عملية ذات توجه تكيفي للجسم إزاء تأثير الحمل البدني ويلعب الحمل البدني الذي يستخدم في عملية التدريب دوراً مؤثراً أساسياً من شأنه أن يحدث تغيرات تكيفية في الجسم، إن اتجاه وقيمة المؤثرات البايوكيميائية التي تحدث كرد للحمل البدني المستخدم يحددان المؤثر التدريبي.

وتعتمد درجة تأثير الحمل البدني على شدة التمرين، وطول فترة تنفيذ التمرين، وعدد تكرار التمرين المنفذ وقيمة فاصلة الراحة بين التمارين، وطبيعة الراحة، ونوع التمرين المنفذ. إن تغير كل من المواصفات المذكورة للحمل البدني يسبب التغيرات البايوكيميائية في الجسم، أما مجموع التأثيرات فيقود إلى إعادة تنظيم جوهرية في تبادل المواد.

إن تكيف الجسم إزاء تأثير الحمل البدني، شأنه شأن المؤثرات الأخرى، يحمل تسمية الطبيعة الطورية، واعتماداً على زمن وطبيعة التغيرات التكيفية في الجسم وفي تبادل المواد يمكن إفراد مرحلتين من التكيف هما: مرحلة التكيف السريع ومرحلة التكيف الطويل الأمد. إن التكيف السريع – هو عبارة عن استجابة مباشرة للجسم اتجاه تأثير الحمل البدني وهو ينفذ من خلال آلية ميكانيكية بايوكيميائية معدة مسبقاً وتقود لتغيرات في تبادل الطاقة كما أنه يتنامى تدريجيّاً (على أساس تحقيق تكيف سريع) كنتيجة لتجميع آثار الحمل المتكرر، ويرتبط بالتغيرات الوظيفية والتركيبية التي تحصل في الجسم والتي من شأنها أن تحسن الإمكانيات التكيفية بصورة ملحوظة ، وتشكل التكيفات التركيبية والوظيفية طويلة الأمد بفضل نشاط الجهاز الوراثي في الخلايا الموجهة وتعزيز تكوين زلال متخصص فيها ويبين (الشكل رقم ٤٢) نمطاً للعلاقات المتبادلة بين حلقات انفرادية للتكيف السريع والتكيف طويل الأمد.

الشكل (٤٢) العلاقة المتبادلة بين حلقات انفرادية للتكيف السريع والتكيف طويل الأمد



ويؤدي النشاط الانقباضي للعضلات خلال تنفيذ الحمل البدني إلى تغيرات ملحوظة في أنظمة تأمين الطاقة فهي: تغير توازن مصادر الطاقة الفوسفاتية في الخلية ويصاحب ذلك تعزيز العمليات التي تقود إلى تكوين ATP وإعادة توازن مصادر الطاقة الذي تم خرقه وتكون هذه العمليات الحلقة الابتدائية للتكيف السريع، إضافة إلى ذلك فإن الخرق الذي يصيب توازن مركبات مصادر الطاقة لحظة تأثير الحمل البدني ينشط دورة أخرى ، فهنالك مثلا مراقبة عبر حلقة وسطية سميت « عامل منظم » لنشاط الجهاز الوراثي والذي يحدد بموجبها سرعة تكوين بعض الحوامض وبعض الزلال ، وينشط من خلال هذا الطريق التكيف طويل الأمد تحت تأثير الحمل البدني تكوين الزلال ، ويقود هذا بدوره إلى مضاعفة التراكيب الهيكلية في العضلات ويزيد الفاعلية الوظيفية ويضاعف في عملية تأمين الطاقة.

وجرت العادة في تحديد ثلاثة أنواع من المؤثر التدريبي تبعاً لطبيعة طور حدوث عمليات التكيف إزاء الحمل البدني للنظرية والتطبيق في الرياضية: مستعجل (سريع) ، متأخر، تراكمي، التي تحدث مباشرة أثناء تأثير الحمل البدني، وفي فترة الاستعادة السريعة خلال ٠,٥ - ١ ساعة بعد انتهاء الحمل ، إذ يجري تجاوز الدين الأوكسجيني المتكون خلال العمل أما المؤثر التدريبي المتأخر فيلاحظ في الأطوار المتأخرة للاستعادة التي تعقب تنفيذ حمل بدني ، وتشكل قدرة هذا المؤثر من العمليات المرنة الموجهة لنمو استكمال مصادر الطاقة في الجسم والإنتاج السريع للتراكيب الهيكلية التي تهشمت خلال العمل ومن ثم تكونت مجدداً.

ويظهر العامل التراكمي نتيجة الجمع المتتالي لآثار أحمال عديدة أو عدد كبير من المؤثرات التدريبية السريعة والمتأخرة. ويتم خلال العمل التدريبي التراكمي تعويض التغيرات البايوكيميائية التي ترتبط بتكوين الحوامض في الزلال والتي تلاحظ خلال الفترة الطويلة للتدريب. ويعبر عن المؤثر التراكمي بزيادة مؤشر كفاءة الأداء وتحسين الإنجازات الرياضية.

الأساس البايولوجي للتدريب :

نتيجة دراسات بايوكيميائية امتدت عبر سنوات عديدة فلقد تم حتى هذا الوقت وضع أسس وضوابط لتنمية التكيف تجاه الأحمال البدنية في عملية التدريب الرياضي، وعادة ما توضع هذه الضوابط بشكل مبادئ بايولوجية وأهم هذه المبادئ البايولوجية هي:

- مبدأ مافوق الحمل.
- المبدأ التخصصي.
- مبدأ التفاعل المتبادل الإيجابي.
- مبدأ التكيف التتابعي.
- المبدأ الدوري.

وحسب المبدأ الأول :

فإن التعبير عن التغيرات التكيفية في الجسم يمكن بلوغها في تلك الحالة فقط إذا كانت الأحمال البدنية المستخدمة في عملية التدريب كافية لإرهاق الأجهزة الوظيفية وتؤدي في الوقت نفسه لتحفيز تطورها.

إن مضاعفة كثافة التوظيف في المنظومات أو الأجهزة القيادية تشكل خلال تنفيذ الحمل محفزاً لتقوية تكوين الزلال والحوامض، التي تشكل هذه الأجهزة والمنظومات وتؤدي إلى تطوير التراكيب الضرورية وإعادة التشكيل الوظيفي للجسم.

إن قيمة الأحمال البدنية التي تسبب التكيف لا تبقى ثابتة. وهي تتزايد بصورة ملحوظة أثناء التدريب ، لذلك ومن أجل تأثير المحفز الضروري لتحسين كفاءة الأداء بصورة مستمرة، فإن قيمة الأحمال المقبولة يجب أن تتزايد تدريجيّاً مع زيادة تدريب الرياضي.

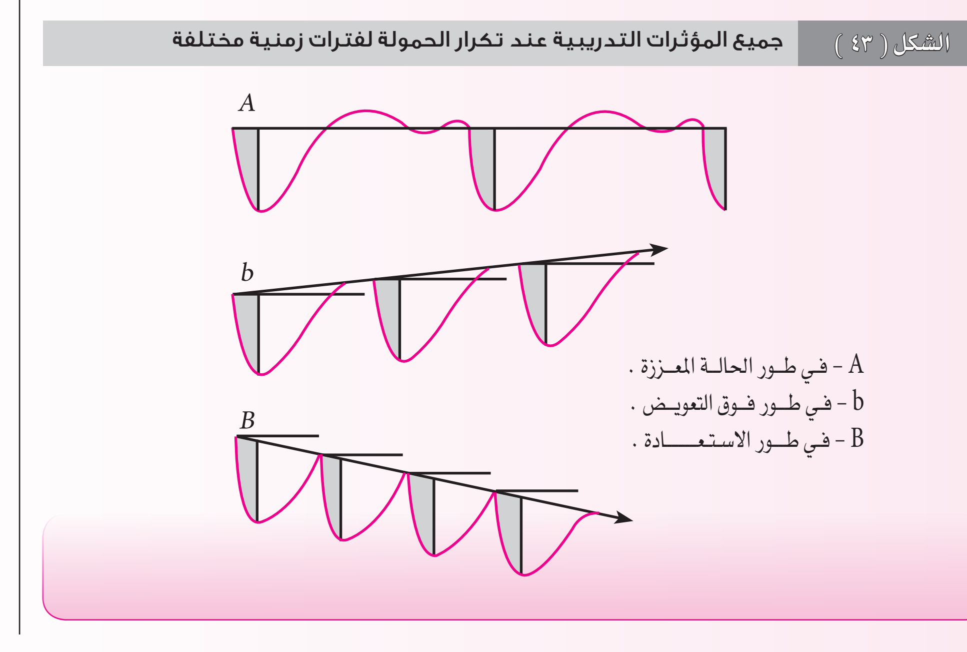
المبدأ التخصصي:

يؤكد هذا المبدأ على التغيرات التكيفية التي تحدث تحت تأثير التدريب بوضوح أكثر، يمكن ملاحظتها في تلك الأعضاء والأنظمة الوظيفية، التي يقع عليها العبء الأساسي في الأحمال البدنية. وتبعاً لطبيعة وقيمة الأحمال المختارة، ستتكون في الجسم منظومة، وستكون مضاعفة الشدة الوظيفية فيها مسؤولة عن نمو التكيف. ولقد حظت هذه المنظومة، الأكثر حمولة بأرجحية معينة في تأمين الطاقة إزاء الأعضاء والمنظومات الأخرى التي لا ترتبط

مباشرة بتنفيذ هذه الأحمال. وفي عملية التدريب يكون التكيف إزاء أحمال محددة قادراً في لحظة زمنية محددة أن يسبب استهلاك الاحتياطي الوظيفي للمنظومة السائدة ويضعف وظائف أنظمة أخرى في تلك التي لا ترتبط مباشرة برد الفعل اتجاه الأحمال (تعرف هذه الحالة بإعادة التدريب) وعليه فمن الضروري إضافة إلى تأثير التدريب المنتخب على الوظيفة القيادية، تأمين تغير منتظم في الاتجاه من أجل الوصول إلى تكيف مؤثر وشامل في الجسم إزاء جميع العوامل التي تظهر تأثيراتها في ظروف هذا النوع من الرياضة أو ذاك.

إن التغيرات التكيفية في الجسم التي تسببها العملية التدريبية، هي تغيرات عابرة ، فبعد أن يتوقف تأثير الحمل، عند الراحة، فإن التغيرات الوظيفية الإيجابية في الوظائف أو التغيرات التركيبية الإيجابية التي تحدث أثناء التدريب في المنظومة السائدة تتناقص تدريجياً حتى تختفي بالمرة. ويظهر هذا المبدأ بصورة أكثر وضوحاً في التأثير التدريب المتأخر، الذي يلاحظ بعد انتهاء تأثير الأحمال البدنية. فمثلا أن التغير الذي يحدث بموجب هذا المبدأ في مجال تبادل الطاقة سيعود بصورة سريعة إلى المستوى الأولى، بل وحتى أنه يتجاوزه في لحظة زمنية معينة (طور فوق التعويض) وبانتهاء طور فوق التعويض تبدأ مؤشرات تبادل الطاقة، بعد أن تعاني من التذبذب إلى الحالة الطبيعية تدريجياً. وفي ضوء هذه الحقائق لعمليات الاستعداد ظهر أن تطوير التكيف في عملية التدريب يشترط أن تكون الأحمال المكررة في طور فوق التعويض (الشكل رقم ٤٣).

الشكل (٤٣) جميع المؤثرات التدريبية عند تكرار الحمولة لفترات زمنية مختلفة



وتنخفض كفاءة الأداء العالية، التي يتم بلوغها خلال فترة التدريب الطويلة، بعد توقف التدريب أو تقليص الشدة. وتنعكس في مبدأ التفاعل الإيجابي تلك الحالة، التي يكون فيها المؤثر الذي يحدث بعد تكرار الأحمال لعدة مرات.

وتبدي كل أحمال متعاقبة تأثيراً محدداً في المؤثر التكيفي للأحمال السابقة، ويمكن أن تغير شكله أيضاً وإذا قادت نتيجة هذا الجمع للمؤشرات التدريبية الناجحة عن تعاقب الأحمال المنفذة إلى تعزيز التغيرات التكيفية في الجسم، فعندئذ سيكون هناك مجال للتفاعل الإيجابي، وإذا انخفضت كل الأحمال اللاحقة للمؤثر الناجم عن الحالة السابقة فإن التفاعل سيؤخذ على أنه سالب، وإذا لم تؤثر الأحمال اللاحقة بطريقة ملحوظة في العامل التدريبي الناجم عن الحالة السابقة، فعندئذ سيكون التعامل حيادياً.

ويمكن لكفاءة التكيف خلال فترة طويلة من التدريب أن تكون قد تم بلوغها فقط عند التعامل الموجب بين الأحمال الإنفرادية ويمكن أن تظهر بعض عوامل التدريب غير التخصصية تأثيراً في المؤثر التدريبي للأحمال البدنية ومنها: التغذية، وسائل التطيب الطبيعية، واستخدام العقاقير المختلفة، عوامل المناخ الحيوي... الخ ، إن استخدام عوامل إضافية بقصد تعزيز التكيف إزاء الأحمال البدنية يمكن أن يكون ناجحا فقط في تلك الحالة التي تتعامل فيها المؤثرات التخصصية لهذه العوامل تعاملاً إيجابياً مع الحمولات التدريبية المؤثرة.

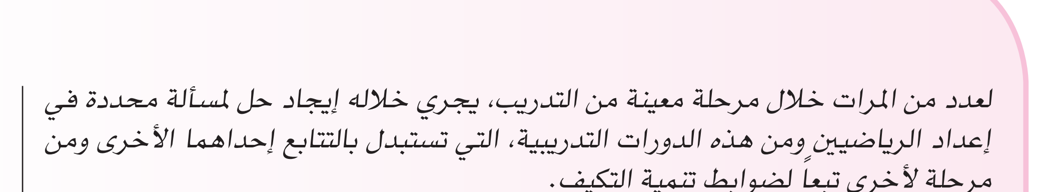
مبدأ التكيف التتابعي:

من عوامل الاختلاف الزمني للتغيرات البايولوجية في الجسم التي تنشأ خلال التدريب، والتي درست بصورة جيدة فخلال المؤثر التدريبي السريع وبعد تأثير واحد للأحمال البدنية يتم العثور على التغيرات التكيفية ضمن مجال تبادل الطاقة قبل كل شيء من جانب المنظومة اللاأسيدية اللاهوائية، ومن ثم تحلل السكر اللاهوائي وفي مرحلة الاستعادة التي تعقب نهاية تأثير الأحمال البدنية يتم بلوغ فوق التعويض وجود فوسفات الكرياتين في العضلات بسرعة، ومن ثم وجود النشا الحيواني.

وأخيرًا الليبيد والزلال التي تكون التشكيلات تحت الخلية، إن أول شيء يتغير في عملية التكيف طويل الأمد هو مؤشر قدرة عمليات الطاقة، ويعقب ذلك الحجم في حين يأتي تغير مؤشر فاعلية الطاقة بالمرتبة الأخيرة.

المبدأ الدوري:

إن التغيرات التكيفية في الجسم يحمل أثناء التدريب طبيعة طورية، أما هذا التذبذب في سرعة نمو التكيف من جانب الوظائف القيادية فيمتلك طولاً موجهاً وسعة موجهة مختلفين، ولكي يتكون المؤثر المطلوب لتطوير التكيف، ينبغي أن تكون المؤثرات التدريبية (أو الوحدات التدريبية) قد جمعت وفق قواعد محددة وتمثل نهاية معينة لدورة التأثير على الوظيفة القيادية، ومن أجل التكيف الشامل إزاء هذه الدورة من التأثيرات التدريبية ينبغي إعادته



لعدد من المرات خلال مرحلة معينة من التدريب، يجري خلاله إيجاد حل لمسألة محددة في إعداد الرياضيين ومن هذه الدورات التدريبية، التي تستبدل بالتتابع إحداهما الأخرى ومن مرحلة لأخرى تبعاً لضوابط تنمية التكيف.

تحليل علاقة الجرعة - المؤثر :

يرسم التكيف المتنامي تحت تأثير التدريب بكل الأحمال البدنية المتزايدة بعلاقة معروفة جداً في البايولوجيا وهي علاقة « الجرعة – المؤثر » (الشكل رقم ٤٤) ، إن الأحمال البدنية غير الكبيرة بقيمتها والتي لا يمكن بلوغ عتبة قيمة المؤثر أي بما يكفي لتحفيز التغيرات التكيفية في الجسم، غير قادرة على تحفيز نمو الوظيفة التدريبية، لذا فإن مثل هذه الأحمال تنتمي عادة إلى صنف غير مؤثر، ولكي يعم تأمين زيادة الدالة التدريبية تحت تأثير أحمال محددة، فإن قيمته ينبغي أن تتجاوز قيمة العتبة ، ومن هنا نشأ مصطلح « فوق الحمل » وهو لا يعني أحمالاً بدنية كبيرة للغاية، وإنما يشير فقط لظهور مؤثر تدريبي واضح، وأن الوظيفة التدريبية ينبغي أن تكون محملة بأحمال بدنية تتجاوز بقيمتها القيمة المحددة.

إن وجود العتبة للأحمال وكذلك ظاهرة فوق الحمل نفسها يعود إلى تلك الحقيقة التي مفادها يشير إلى أن تنمية التغيرات التكيفية في الجسم يجب أن تكون تحت تأثير جديد وقوي لحد ما ، ويمكن تأمين ذلك بمساعدة منظومتين وظيفيتين مختلفتين:

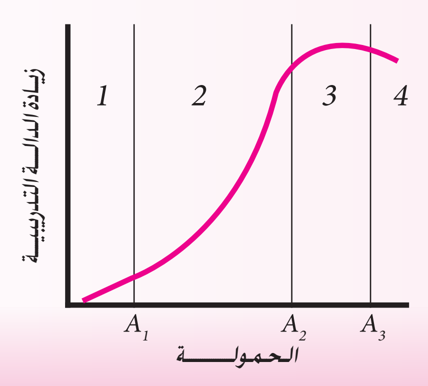
الأولى: منظومة تبادل الطاقة داخل الخلية وما يرتبط بها من دالة التي تستجيب بصورة خاصة على النوع المعين والذي يتناسب طرديًا مع القوة.



الشكل (٤٤) علاقة زيادة مؤثر الوظيفة التدريبية بقيمة الحمولة التدريبية المنفذة

(علاقة الجرعة – المؤثر)

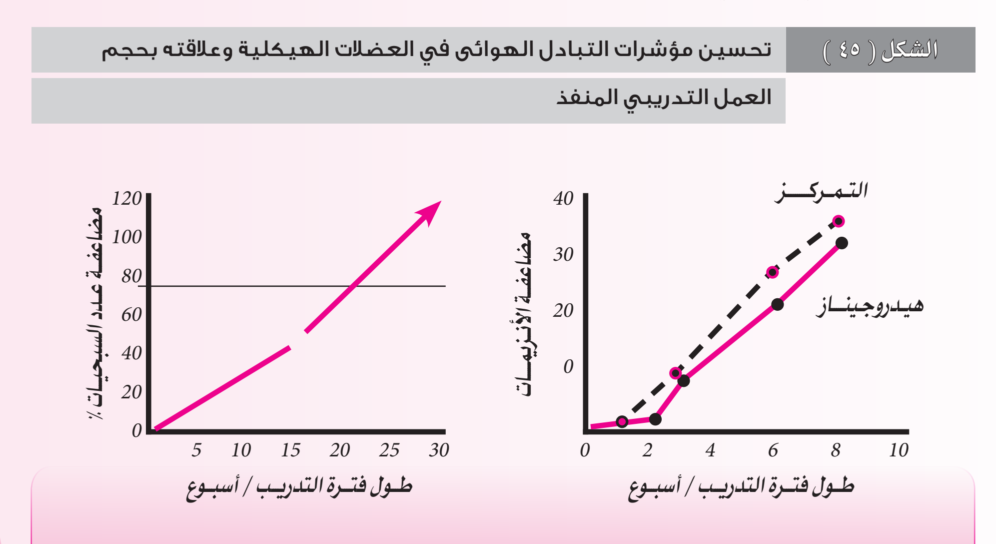
- A_1 - قيمة العتبة للحمولات .
- A_2 - القيمة الحرجة للحمولات .
- A_3 - القيمة القصوى للحمولات .
- ١- حمولة غير مؤثرة .
- ٢- حمولة مؤثرة .
- ٣- حمولة قصوى .
- ٤- حمولة تتجاوز القيمة القصوى .



والثانية: هي منظومة الكظرين – التي تنظم بصورة لا تخصصية كرد على مؤثرات مختلفة وتشارك في العمل في تلك الحالة فقط، عندما تكون قوة المؤثرات قد تجاوزت مستوى عتبة معينة، وقد اتخذت هذه الاستجابة غير المتخصصة، لمؤثر قوي نسميه «الإجهاد المتلازم» أما المؤثر الذي سبب هذه الاستجابة « عوامل الإجهاد » ويمكن أن يقوم بدور الإجهاد في العملية التدريبية ليس فقط الأحمال البدنية وإنما أيضاً عوامل أخرى متنوعة منها : – المناخ الحيوي، الأعشاب الطبية، الحالة النفسية، والاجتماعية، إن ظهور التكيف التلازمي الشامل كرد للأحمال البدنية التي تستخدم في التدريب يقود إلى تحفيز مراكز مهمة، وكنتيجة لذلك تحفز منظومة الكظرين وعليه فإن تعزيزاً من هذا القبيل لهرمون التنشيط في الدم سيقود إلى مضاعفة الكاتيكولمان والجلوكورتيكويد وكل من هذين العاملين الهرمونيين يمتلك مجالاً واسعاً في التأثير وهو في الأخص يساعد في تحسين مصادر الطاقة والمصادر المرنة في الجسم ، وهكذا فإن الأحمال البدنية التي تصل إلى مستوى الإجهاد ستسبب في الجسم تفاعلاً مُركزاً من شأنه أن يخفف في ظهور التغيرات التكيفية المطلوبة في الوظائف التدريبية، وكما تشير نتائج الدراسات إن تكرار قيمة الأحمال البدنية الكافية لتنشيط منظومة الملازمة السمبثاوية تشكل ٥٠ – ٦٠٪ من القيمة الذاتية للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

وعندما تتجاوز قيمة الأحمال المستخدمة قيمة العتبة فإن أي تغير في مجال واسع سيصاحبه زيادة طردية في الوظيفة التدريبية وهذا هو مجال الأحمال الفعالة وكمثال لهذه العلاقة التي تعكس تأثير عدد الأحمال التدريبية المنفذة على المؤشرات التركيبية والأنزيمية للتنفس النسيجي كما في (الشكل رقم ٤٥).

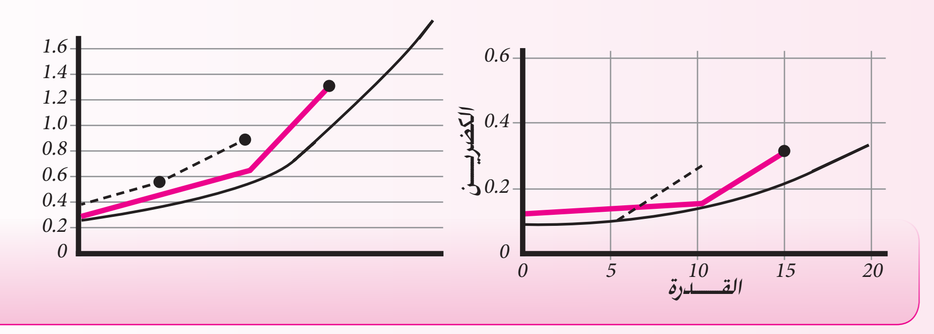
الشكل (٤٥) تحسين مؤشرات التبادل الهوائي في العضلات الهيكلية وعلاقته بحجم العمل التدريبي المنفذ



ولكن إمكانية التزايد المستمر للوظيفة التدريبية مع مضاعفة الحجم الشامل للحمولة المنفذة لا يمكن أن تكون بلا حدود وفي كل حالة توجد غاية ذاتية للتكيف بالنسبة لهذه الوظيفة أو العضو ومع الاقتراب من هذه الغاية فإن وتيرة زيادة الوظيفة التدريبية تتباطأ تدريجياً وعند قيمة معينة للأحمال (الأحمال القصوى) ستصبح مساوية صفراً وإذا تجاوزت الأحمال المستوى الأقصى سينشأ تفاعل تناقصي بزيادة قوة المؤثر تنخفض استجابة الجسم وتتسم هذه الصورة بقطع التكيف (تنمية ما فوق التدريب) وتستخدم الحمولة القصوى في المنافسات وفي التدريب للفحص ولكن لا ينبغي استخدامها باستمرار وذلك لأنها ستعود وبسرعة إلى إنضاب المنظومة السائدة المسؤولة عن التكيف، إن التحميل الذاتي للأحمال القصوى يتحدد بدرجة كبيرة في ضوء الاحتياطي التكيفي لمنظومة التلازم السمبثاوي.

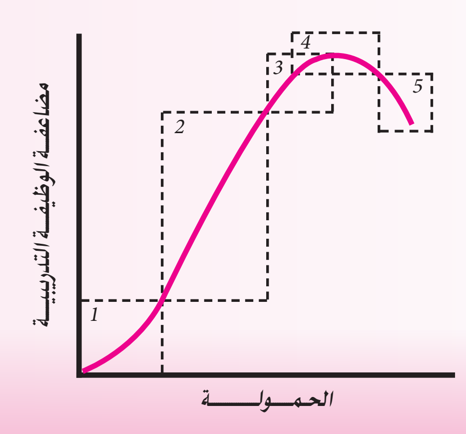
إن الرياضيين المدربين بصورة عالية يتميزون باستجابتهم الأكثر كفاءة من جانب منظومة التلازم السمبثاوي، ولكن سيكون عندهم تركيز عالٍ لكاتيهولامين في الدم (الشكل رقم ٤٦).

الشكل (٤٦) تغير تركيز كايتهولامين في الدم أثناء الحمولة البدنية عند الأشخاص من ذوي المستويات المختلفة في التدريب ، الخط المنقط غير الرياضيين ، الخط الرقيق رياضيون مصنفون ، الخط الغليظ أبطال رياضة .



إن علاقة (المؤثر – الجرعة) التي تحدد العلاقة بين حجم العمل التدريبي المنفذ وزيادة الوظيفة التدريبية يمكن أن تستخدم للتقويم العددي للتكيف اتجاه الأحمال البدنية ، إن ما وضحه الشكل السابق من منحنى لا يمكن ملاحظته بهذه الصورة إلا نادراً ، ففي أغلب الأحيان يمكن ملاحظة فقط أجزاء انفرادية منه ومن الجانب النظري هنالك خمسة أنواع أساسية للتعامل المتبادل بين تغير الوظيفة التدريبية وبين حجم الأحمال المنفذة (الشكل رقم ٤٧).

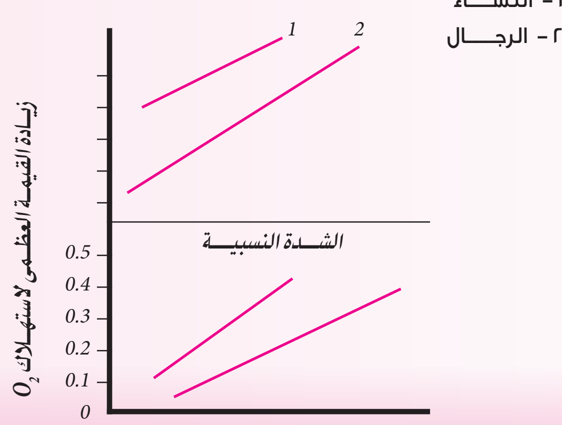
الشكل (٤٧) الاحتمالات الأساسية التي يمكن ملاحظتها عند نمو التكيف في العملية التدريبية



وفي بداية مرحلة تنامي التكيف (العنصر ١) تمثل العلاقة (المؤثر - الجرعة) بمنحنى أسي متزايد وفي الظروف الاعتيادية للتدريب يعبر عن هذه العلاقة بخط مستقيم (العنصر ٢) الذي كما هي الحال في المنحنى الأسي المتصاعد، يشير إلى أن غاية التكيف لم يتم بلوغها بعد لذا يمكن الاستمرار بمضاعفة الحجم المنفرد، ولقد أشارت الدراسات التي تمت في مجال واسع من الأحمال إلى مضاعفة المؤثر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الذي يرتبط خطياً مع شدة وحجم العمل المتقطع (الشكل رقم ٤٨).

الشكل (٤٨) تحسين مؤشرات القدرة الهوائية العظمى اعتمادا على شدة وحجم الحمولة التدريبية



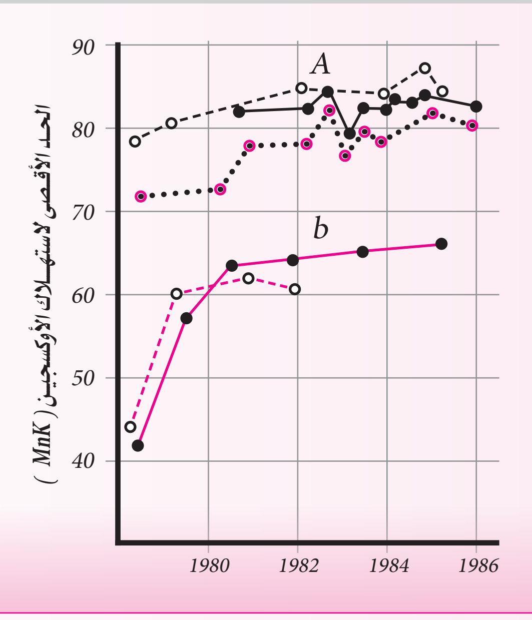


إذا استخدمت في التدريب أحمال قريبة من قيمتها القصوى فإن العلاقة (المؤثر – الجرعة) ستتحول من علاقة خطية إلى أسية « إشباع » (العنصر ٣).

ويتطلب هذا إظهار الحذر من الاستمرار بمضاعفة القدرة بسبب خطورة فرط الإجهاد، وهناك حذر كبير آخر ينبغي أن يؤخذ بالحسبان ضمن دائرة الأحمال القصوى (العنصر ٤) حين تكون العلاقة « المؤثر – الجرعة » قد اتخذت شكلاً قوسياً وضمن هذه الدائرة تتوقف زيادة الكفاءات التدريبية، أما إذا استمر حجم الأحمال بالزيادة فعندئذ سيعثر على هبوط متواصل أسي يتعلق ببلوغ المؤثر (العنصر ٥) ويمكن إظهار هذه الحقيقة بصورة معبرة عن تغيرات المؤثر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في عملية التدريب لسنوات عديدة عند ثلاثة من الرياضيين الأبطال من السويد، واثنين من الرياضيين المبتدئين (الشكل رقم ٤٩) ولم يلاحظ عند الرياضيين الدوليين الذين تم تدريبهم باستخدام أحمال قصوى ذات شدة عالية على مدى بضع سنوات، قدّم هؤلاء الرياضيون خلالها بلوغ نتائج رياضية عالية، ولم يلاحظ تغير ملحوظ في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويلاحظ عند الرياضيين المبتدئين في السنتين أو الثلاث الأولى للتدريب، إذ يبدأ حجم الأحمال وشدتها تنمو تدريجياً وتتحسن سريعاً في مؤشر القدرة الهوائية، ولكن ما إن يبلغ الرياضيون قيمة الأحمال القصوى بالنسبة لكل منهم حتى تتوقف زيادة الكفاءة الهوائية (يبين الشكل رقم ٥٠).

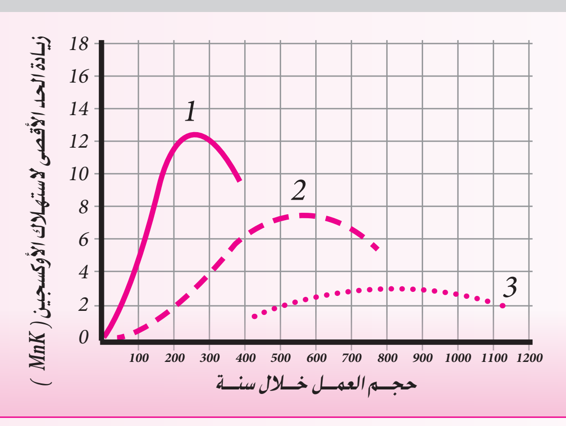


الشكل (٤٩) ديناميكية مؤشرات MnK في عملية التدريب لسنوات طويلة عند ٣ من المتزحلقين على الثلج بمستوى دولى (A)، و٢ من المبتدئين (b) الذين بدءوا التدريب



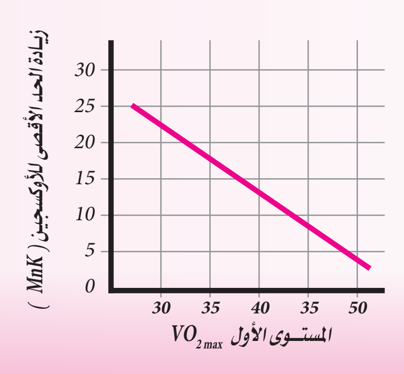
الشكل (٥٠) تغير قيمة زيادة المؤثر MnK ضمن حجم الحمولات التدريبية عند إعداد رياضيين بمهارات مختلفة : ١- الشباب ٢- متقدمين ٣- أبطال





يبين الشكل أعلاه تغير وتيرة زيادة المؤشر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ضمن حدود حجم العمل في عملية تدريب الرياضيين من مختلف المستويات، أن الحجم الأقصى للأحمال عند الرياضيين بمهارات معتدلة يقل كثيراً عما هو عليه عند أولئك الرياضيين الذين ينتمون إلى المنتخب، وعند تطابق العلاقة (المؤثر - الجرعة) عند رياضيين من مهارات مختلفة فإن أكبر وتيرة وأكبر زيادة مطلقة للقدرة الهوائية القصوى عند مضاعفة حجم العمل التدريبي قد لوحظ عند رياضيين من ذوي المستوى الضعيف في الإعداد، أما التغيرات لهذا العامل الأقل تعبيراً فقد لوحظ عند الرياضيين الروس من الأبطال تَناسُب هذه البيانات بالكامل مع الحقيقة المعروفة لتباطؤ وتيرة زيادة المؤشر (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) بالاعتماد على المستوى في بداية التدريب (الشكل رقم ٥١).

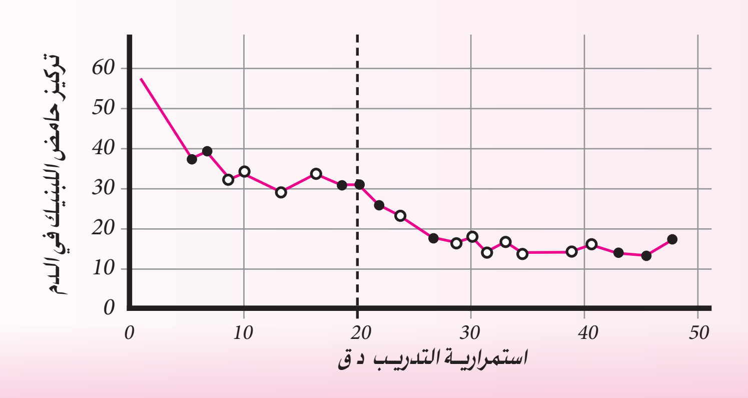
الشكل (٥١) تغير قيمة زيادة MnK بالاعتماد على المستوى الأول للقدرة الهوائية في بداية التدريب



إن زيادة مؤشر (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) وبغض النظر عن البرنامج المستخدم للإعداد ، يكون المستوى الأول لنمو الكفاءة الهوائية عند الرياضيين قبل بداية التدريب أوطأ .

إن انخفاض وتيرة تنمية التكيف يمكن بزيادة العملية التدريبية أن تقام بمساعدة تغير قيمة وطبيعة الأحمال التدريبية (الشكل رقم ٥٢) أو من خلال استخدام عوامل إضافية تحفز الإزاحات التكيفية في الجسم أثناء التدريب ، فمثلاً إن استخدام العداء للمسافات القصيرة وجبات غذائية خاصة من شأنها أن تُظهر تأثيراً على العملية اللاهوائية في العضلات العاملة تصعد بصورة كبيرة العامل التدريبي وتساعد في إظهار نتائج عالية بحجوم أقل للأعمال التدريبية .

الشكل (٥٢) انخفاض تركيز حامض اللبنيك في الدم كرد على الحمولة التقيسية في عملية تدريب العدائين



التكيف الخاص:

إن التغيرات التكيفية الخاصة في الجسم التي تتنامى تحت تأثير التدريب تظهر بوضوح في المؤثر التدريبي التراكمي والسريع ، وتتتابع في جميع المستويات بدءاً من الخلية وانتهاء بعموم الجسم.

وحسب طبيعة الوسائل والطرق المستخدمة في التدريب تلعب الخصائص الوظيفية والمواصفات الجسمية دوراً حاسماً في تحديد مستوى الإنجاز في هذا النوع من الرياضة، وتعطي أرجحية في النمو.

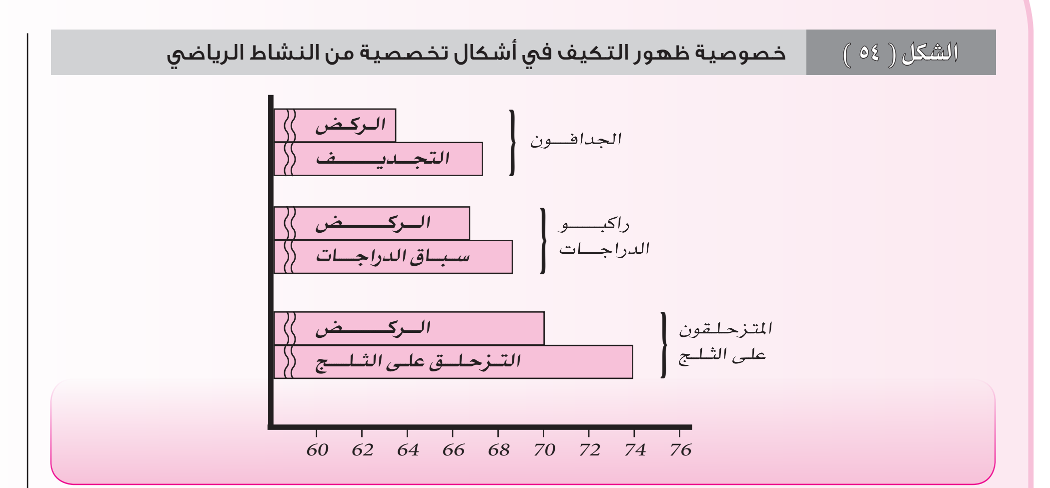
فمثلاً عند عدائي المسافات القصيرة مقارنة بعدائي المسافات الطويلة، يتضاعف بصورة كبيرة حجم منظومة (الفسفوكرياتين وثلاثي فوسفات الأدينوزين) اللاهوائية اللاأسيدية، إضافة إلى تحسين القابلية اللاهوائية لتحلل السكر، بمعنى آخر القابلية لمواجهة تراكم الكميات القصوى لحامض اللبنيك أثناء العمل ، وفي الوقت نفسه تتضاعف عند عدائي المسافات الطويلة مؤشرات القدرة الهوائية والفاعلية الهوائية، أي كلما كان استخدام تمارين « القوة – السرعة » أكبر كلما كانت الظروف التي تُخلق لنمو التغيرات البايولوجية والتضخم وسرعة تقلص الألياف البيضاء أفضل ، إن استخدم حجم كبير للتمارين الطويلة ذات الطبيعة الهوائية تشكل ظروفاً مواتية لنمو التغيرات البايولوجية وتحسن قدرة الألياف الحمراء ذات التقلص البطئ (الشكل رقم ٥٣).

الشكل (٥٣) تضخم مختار للألياف العضلية سريعة وبطيئة التقلص عند ممثلين لأنواع الرياضة المختلفة



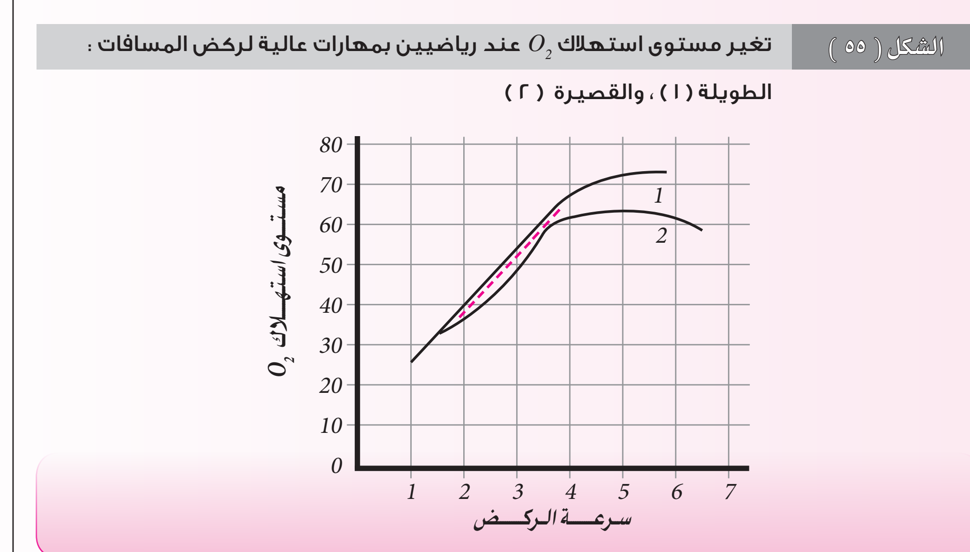
إن الشكل رقم (٥٦) يمثل التغير النسبي لتضخم الألياف العضلية سريعة التقلص وبطيئة التقلص ، وعند ممثلين لأنواع رياضية مختلفة تظهر الطبيعة التخصصية للتكيف البايوكيميائي ، ليس فقط في القيم المطلقة لمستوى تطور الوظائف السائدة وإنما أيضاً في الاستخدام الأكثر للكفاءات المكتسبة في النوع المختار من التمارين (الشكل رقم ٥٤).

الشكل (٥٤) خصوصية ظهور التكيف في أشكال تخصصية من النشاط الرياضي



لقد تحددت القيمة العظمى لاستهلاك O_2 للرياضيين المتخصصين في واحد من الأنواع الرياضية الثلاثة: التجديف، ركوب الدراجات، والتزحلق على الجليد، وفي الركض على الحزام المتحرك، وذلك في خصوصيات كل نوع من أنواع الرياضة ويؤكد المخطط الذي ورد في (الشكل رقم ٥٤) بصورة قاطعة أن أعلى المؤشرات للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يمكن أن يبلغها الرياضي في تلك التمارين التي تعد متخصصة في ذلك النوع المختار من الرياضة، إن تنامى التكيف أثناء عملية التدريب يعد خصوصية أيضاً بالنسبة لقيمة الأحمال التي تكون أكثر استخداماً وكذلك لنظام التدريب المختار (الشكل رقم ٥٥).

الشكل (٥٥) تغير مستوى استهلاك O_2 عند رياضيين بمهارات عالية لركض المسافات : الطويلة (١) ، والقصيرة (٢)



وعادة ما تتخذ علاقة مستوى استهلاك O_2 بقدرة التمرين المحدد ضمن مجال واسع لسرعة الركض، خطاً مستقيماً، وعندما تبدأ القيم لإيصال O_2 بالمساهمة تتخذ هذه العلاقة شكلاً أُسيّاً متصاعداً ، وتبلغ القيمة العظمى للزيادة عند الاستهلاك الأقصى للأوكسجين، ويعكس ميل الخط المستقيم فاعلية صرف الطاقة الهوائية في زمن الركض.

وتقابل قيمة هذه الميل يُصَرِّف من O_2 مقاساً بالمليمترات لكل كغم واحد من كتلة الجسم ولكل متر واحد يقطعه الجسم ، وكما يلاحظ من الشكل المذكور أن البيانات المتعلقة بتغير مستوى استهلاك O_2 المدونة عند مجموعة الرياضيين من ذوي المهارات العالية في ركض المسافات الطويلة في ذلك الجزء من المنحنى الذي ينتمي إلى تلك السرعة التي تستخدم بكثرة في ذلك السباق ، وهي أي البيانات تنحرف بشدة عن العلاقة الخطية التي تعبر عن هبوط في الطاقة المصروفة عند عملية تدريب هؤلاء الرياضيين تتفق تماماً مع البيانات المتوفرة عن تنامي التراكيب الهوائية والتغيرات البايوكيميائية في الألياف العضلية والتي من شأنها أن تساعد في مضاعفة فاعلية استخدام طاقة العمليات الهوائية عند النشاط العضلي وينبغي أن تنسب هذه النوع من التكيف تطور الورم الشبكي نوع (ST) في الألياف والذي يخفف إيصال الطاقة إلى داخل الخلايا وظهور المحرك الأساسي لنقل الطاقة بمساهمة الأنزيمات المتشابهة لفوسفات الكرياتين ومضاعفة النماذج بين عمليات الأكسدة والفسفرة وزيادة كمية التبادل الهوائي وكمية الأنزيمات ونشاطها النسبي.

ولما كانت ألياف (ST) تكتسب أفضلية في النمو في عمليات التدريب لركض المسافات الطويلة. إن اختيار النظام المحدد يُظهر - كما هو شأن شدة الأحمال المستخدمة - تأثيراً في قيمة وطبيعة التكيف البايوكيميائي في العضلات الهيكلية، فبعد ١٦ اسبوعاً من التدريب العملي في نظام العمل الطويل المتواصل والمتقطع يزداد نشاط الأنزيمات القيادية بصورة ملحوظة في تلك العضلات التي تتحمل العبء الأساسي حيث تكون هذه الزيادة متناسبة مع عدد الأحمال المنفذة ، (الجدول رقم ١٣) يبين النتائج الإجمالية لدراسات نُفِّذت على مدى سنوات عديدة تعلقت بخصوصيات التغير الذي يحدث في الخلايا الهيكلية كرد فعل على التدريب المنتظم باستخدام تمارين من أنواع مختلفة ، وكما يظهر من الجدول المذكور أن التدريب باستخدام تمارين متنوعة يقود إلى تغيرات متباينة في العضلات وتحت تأثير تمارين التحمل تزداد بصورة طفيفة الكتلة العضلية.

في حين لا يتغير سمك الألياف العضلية وكذلك كمية العضلين والسترومين العضلي.

ولكن بالمقابل تزداد بصورة ملحوظة كمية زلال الساركوبلازم والنشا الحيواني ، إضافة إلى كمية السبحيات في الألياف العضلية مما يدل على مضاعفة الإمكانيات الكامنة لإعادة التكوين الهوائي لـ ATP ، و إضافة إلى ذلك فإن المؤشرات التي ترتبط بإعادة التكوين اللاهوائي لـ ATP (كمية فوسفات الكرياتين وأنزيمات تحلل السكر). تتغير بصورة طفيفة أو قد لا تتغير على الإطلاق.

تتضاعف كتلة العضلات وسمك الألياف بصورة كبيرة تحت تأثير تمارين السرعة، وتتضاعف في هذه الحالة كمية زلال الليفات العضلية بما في ذلك العضلين وزلال السيركوبلازم والجيولوبين العضلي ، وتجدر الإشارة هنا إلى أن كمية الستيرومين العضلي هي فقط لا تتغير ويزداد عدد السبحيات وكثافتها في الألياف العضلية ، ولكن بصورة أقل من الزيادة التي تحدث بتأثير تمارين التحمل ، ويزداد بصورة ملحوظة جداً زلال SR ، كما يزداد إضافة لما ذكر نشاط العضلين ATP وامتصاص أيونات CA^{++} وتتضاعف بصورة كبيرة إمكانية إعادة تكوين اللاهوائي لـ ATP أما إمكانية إعادة التكوين الهوائي لـ ATP فعلى الرغم من زيادتها ولكن بصورة أقل مما عليه الحال في تدريب التحمل ، يحدث الشيء المقارب نفسه بالنسبة لطبيعة التغير تحت تأثير تمارين القوة ، ويؤشر بين هذين النوعين من التدريب تباين عددي فقط، ففي التدريب باستخدام تمارين القوة تكون مضاعفة الكتلة العضلية وسمك الألياف ، وكذلك وجود زلال الليفات العضلية والستيرومين العضلي واضحة بدرجة كبيرة، وتزداد كمية الجلوبين العضلي بالمقدار نفسه تقريباً ، أما مستوى النشا الحيواني وزلال الساركوبلازم فأقل كثيراً ، ويزداد بصورة ملحوظة زلال SR وكذلك نشاط عضلين ATP وامتصاص لأيونات الكالسيوم CA^{++} ويكون هذا جميعه ظروفاً أفضل للنمو السريع في انقباض العضلات أثناء تهيجها ولظهور قوة عضلية كبيرة عند الانقباض والارتخاء السريع للعضلات بعد توقف المؤثر ، ويزداد تحت تأثير تمارين القوة بصورة كبيرة الستيرومينات العضلية المرنة مسبباً بذلك سرعة واكتمال ارتخائها بعد التقلص، وعند التدريب باستخدام تمارين القوة تزداد إمكانية تكوين ATP الهوائية واللاهوائية بصورة متساوية تقريباً ولكن بدرجة أقل مما هي عليه الحال عند التأثير بتمارين السرعة.

إن خصوصية التكيف البايوكيميائي المتنامي أثناء عملية التدريب المنتظم يستند إضافة لما ذكر سابقاً إلى واجبات لكل من القيم المحددة لمواصفات الأحمال البدنية واعتماداً على التمازج المختار في المواصفات الأساسية للأحمال البدنية والتي تشكل مؤثراً تدريبياً سريعاً يحدد قيمة واتجاه التغيرات البايوكيميائية في الجسم ، ويظهر في الجسم عند التكرار الكافي للأحمال المصحوبة بمؤثر تدريبي سريع ، تلك التغيرات التكيفية التخصصية التي من شأنها أن تقود إلى مؤثرات تدريبية تراكمية مختلفة تم وصفها سابقاً .

انعكاس التكيف:

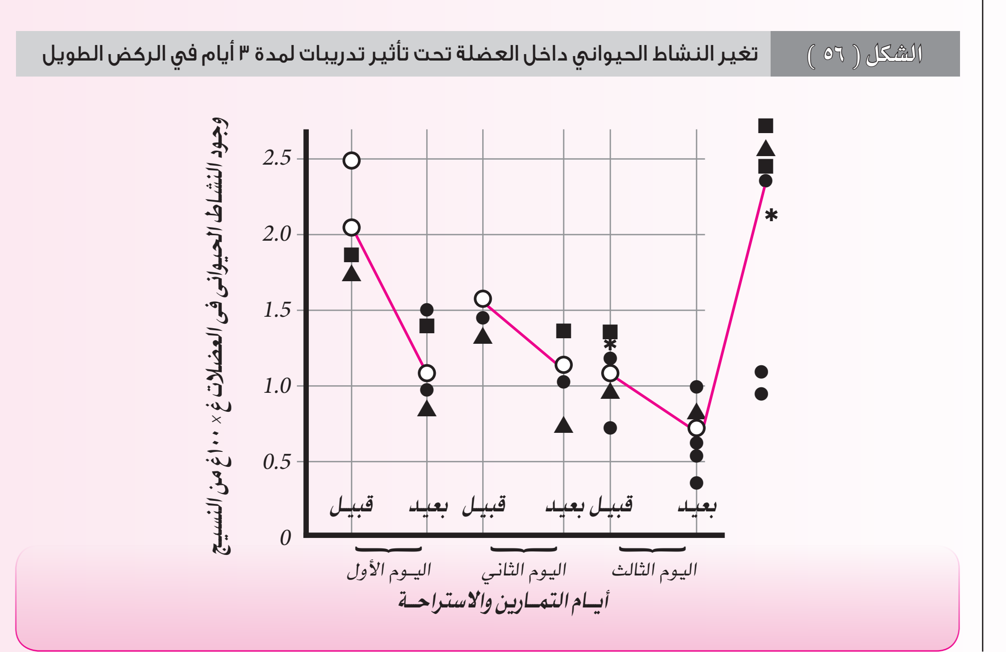
إن طبيعة الانعكاس للتغيرات التكيفية التي تحدث في الجسم كاستجابة على الأحمال المستخدمة تظهر بوضوح في فترة الاستعادة السريعة والمتأخرة، وتعد المؤشرات البايوكيميائية المتغيرة تحت تأثير الأحمال التي تنفذ لمرة واحدة إلى المستوى الأول وتمر عبر طور فوق التعويض، ويمكن بلوغ المؤثر التدريبي الإيجابي إذا تواجدت الأحمال في هذا الطور نفسه، وعند الفواصل القصيرة بين تكرار الأحمال التي لا تكفي لظهور فوق التعويض، وهو نفس

الحالة عندما تكون الفواصل طويلة جداً، حيث تستطيع المؤشرات الكيميائية أن تعود إلى القيمة الطبيعية. لا يمكن بلوغ زيادة متنامية من مرة لأخرى للإزاحات التكيفية، وعلى هذا الأساس فإن خصوصية الانعكاس للإزاحات التكيفية التي تظهر في عوامل التدريب السريعة والمتأخرة، غالباً ما يعبر عنها بمبدأ الإعادة أو مبدأ العلاقة الصحيحة للحمل والراحة.

ولابد من الإشارة هنا بدرجة عالية إلى أن واجب تكرار الأحمال في طور فوق التعويض يكون مقبولاً فقط في دورات التدريب الطويلة (أسابيع ، أشهر).

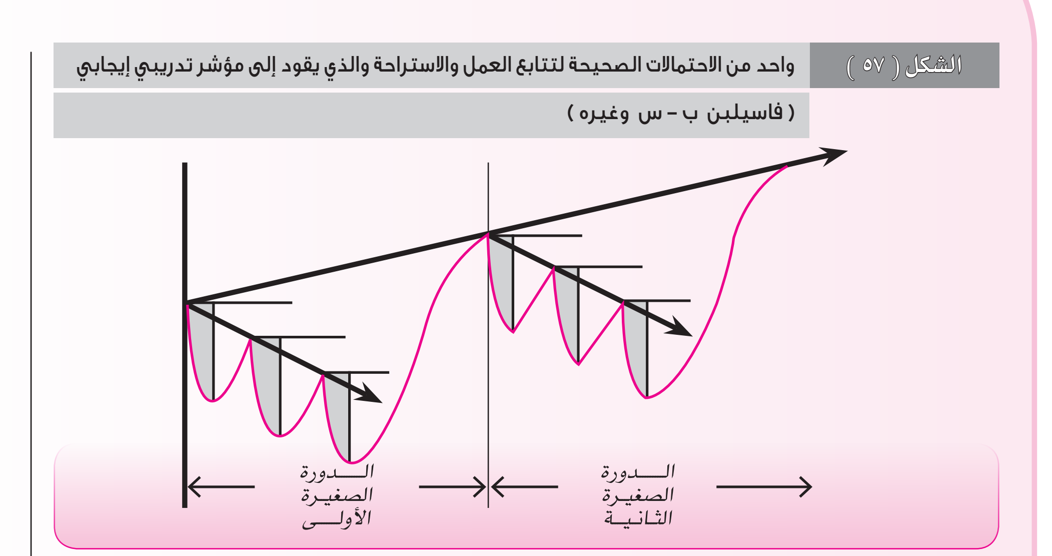
وهو لا يعد ضمن حدود دروس تدريبية إنفرادية أو دورات تدريبية قصيرة إلزامياً، ففي مثل هذه الظروف يكمن الواجب الأساسي في السعي لتحميل الوظيفة السائدة بصورة أكمل، ومن خلال ذلك يمكن توجيه التأثير للانتشار اللاحق لعمليات التكيف في الجسم مصحوبًا بطور أكثر تعبيراً لفوق التعويض، ولذلك يلاحظ في دروس تدريبية إنفرادية أو في دورات تدريبية قصيرة، حيث تعطي الحمولة في طور الاستعادة غير الكاملة زيادة متقدمة لإزاحة الوظيفة التدريبية ، كما في (الشكل رقم ٥٦). وفي حالات مشابهة فإن البناء الصحيح للتدريب ينبغي أن يتلاءم بالمخطط الآتي: تنفذ في كل دورة تدريبية قصيرة دروس لاستعادة غير كاملة، مما يؤدي إلى هبوط واضح لمؤشرات الوظيفة القيادية ، وتؤمن الاستراحة التي تفصل بين دورات قصيرة انفرادية بلوغ فوق التعويض في الوظيفة القيادية، لذا فمع كل إعادة دورية للدورة القصيرة يلاحظ وجود مكان لزيادة المؤثر التدريبي، أنظر المخطط في (الشكل رقم ٥٧).

الشكل (٥٦) تغير النشاط الحيواني داخل العضلة تحت تأثير تدريبات لمدة ٣ أيام في الركض الطويل



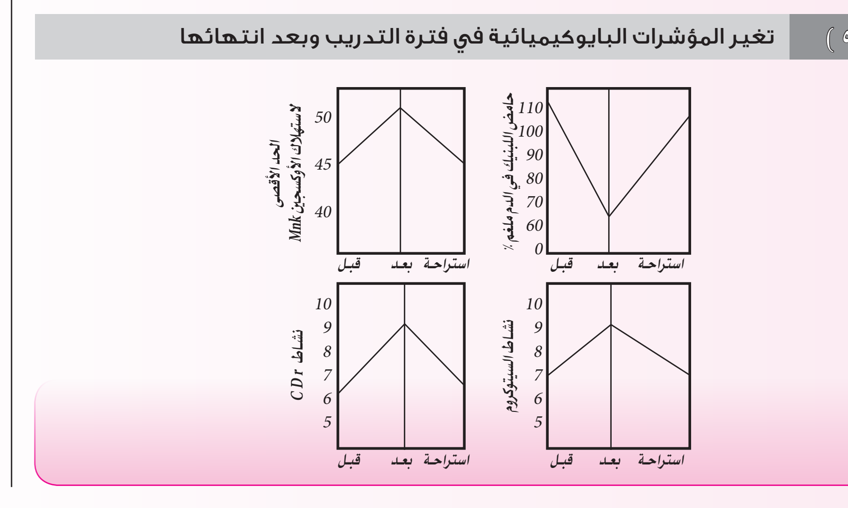


الشكل (٥٧) واحد من الاحتمالات الصحيحة لتتابع العمل والاستراحة والذي يقود إلى مؤشر تدريبي إيجابي (فاسيلبن ب - س وغيره)



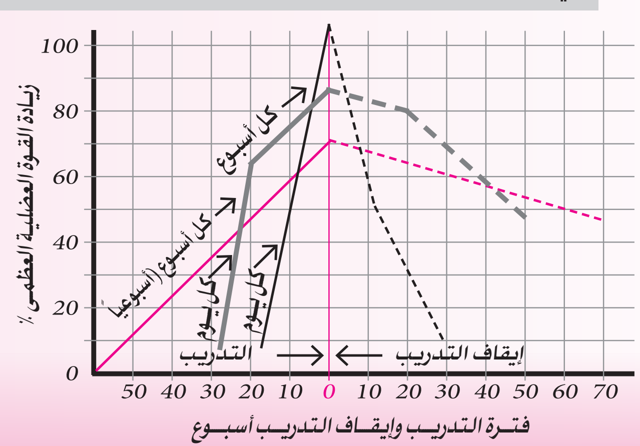
وتظهر خاصية الانعكاس بصورة أكثر وضوحًا للتغيرات التكيفية التي تحدث في الجسم كاستجابة للاستخدام المنتظم للحمولات البدنية في العمل التدريبي التراكمي. ويفقد التحسن الملحوظ في المؤشرات البايوكيميائية التي يتم بلوغها خلال العملية التدريبية بعد توقفها بالسرعة نفسها التي تم بها بلوغ التحسن في فترة الإعداد النشط للأحمال (الشكل رقم ٥٨) ومن أجل بلوغ تحسن معبر لغالبية المؤشرات البايوكيميائية ، يتطلب الأمر لفترة زمنية تتراوح بين ٤ - ٨ أسابيع، ويحدث هبوط في القيمة حتى تصل إلى المستوى الابتدائي بعد توقف التدريب ضمن الفترة الزمنية نفسها تقريباً. يعكس النمو العكسي للتكيف « إبطال التدريب » قابلية أنظمة التدريب المستخدمة (الشكل رقم ٥٩).

الشكل (٥٨) تغير المؤشرات البايوكيميائية في فترة التدريب وبعد انتهائها





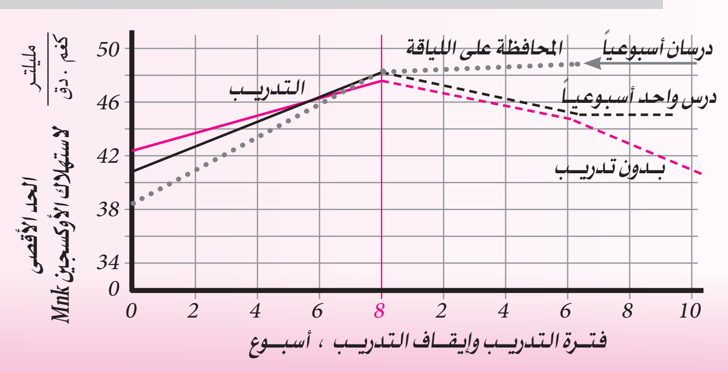

الشكل (٥٩) تنامي التكيف واللاتكيف عند التدريب الأيزومتري للقوة العضلية لتردد مختلف في التدريب، ووتيرة تعمل على تصعيد الحمولة



وفي التدريبات الخاصة التي يصاحبها تصعيد كبير في الأحمال من وحدة لأخرى تحدث زيادة سريعة في القوة العضلية في زمن التدريب، ولكن بالسرعة نفسها تفقد هذه الزيادة بعد انتهاء التدريب، وبعد التصعيد التدريجي والطويل في زيادة القوة فإن هبوطها يحدث بصورة طبيعية.

ومن أجل المحافظة على مستوى الوظائف القيادية التي يتم التوصل إليها نتيجة التدريب العنيف، بعد تغيير مواصفاتها يكفي المحافظة على هذا النوع من التدريب بمعدل وحدة أو وحدتين أسبوعياً (الشكل رقم ٦٠).

الشكل (٦٠) المحافظة على قيمة Mnk التي تم بلوغها نتيجة تدريب عنيف (تدريب متقطع بمعدل ٣ مرات في الأسبوع) لدروس مختلفة التردد ذات اتجاه الهوائي في مرحلة تغير طبيعة الإعداد



الشكل (٦١) العلاقة بين تغير قيمة Mnk وعملية التدريب بعد إيقافه لفترة طويلة ثم استئنافه من جديد

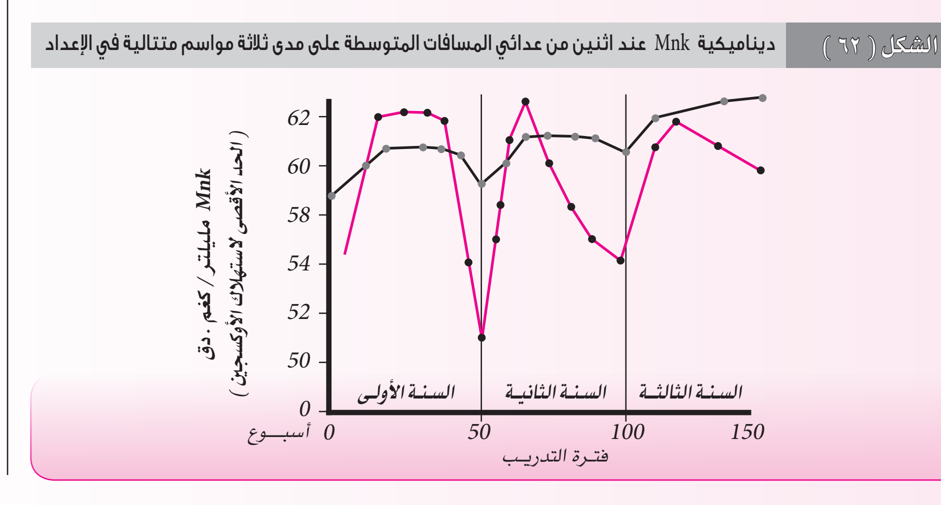


ويقود استئناف التدريب من جديد بعد فترة انقطاع طويلة لاستعادة مستوى الوظيفة التدريبية بالسرعة نفسها تقريباً، التي كانت عليها في فترة التدريب السابقة (الشكل رقم ٦١).

ولكن إذا كان الهبوط في مرحلة التكيف كبيراً جداً وتحتاج عملية الاستعادة إلى مناورة في الأحمال فعندئذ سيحل نضوب احتياطي الجسم التكيفي بصورة سريعة جداً. الأمر الذي سيؤدي إلى هبوط في كفاءة الأداء وانخفاض الإنجازات الرياضية.

فمثلاً لقد تم بصورة دورية قياس قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ثلاث مرات أسبوعياً لاثنين من عدائي المسافات المتوسطة خلال فترة ٣ سنوات في مراحل إعداد موسمية مختلفة (الشكل رقم ٦٢).

الشكل (٦٢) ديناميكية Mnk عند اثنين من عدائي المسافات المتوسطة على مدى ثلاثة مواسم متتالية في الإعداد



ولقد كان أحد الرياضيين في السنة الأولى من التدريب مضطراً وبسبب الإصابات الناجمة عن أعراض النزلات الصدرية أن ينهي دروسه في نهاية الموسم قبل ثلاثة أشهر، مما سبب انخفاضاً في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بمقدار ١٤,٣ مليلتر / كغم. دق ، ثم سعى للتعويض عن الاستراحة الاضطرارية فناور في بداية الموسم الثاني الأحمال وسرعان ما بلغ المستوى المفقود (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين). ولكن مؤثر التدريب العنيف لم يكن مستقراً، لذا فطيلة الموسم التالي كانت مؤشرات كفاءة الأداء الهوائية للرياضي تنخفض باستمرار ، وتكررت مناورة التدريب التي رافقها هبوط في كفاءة الأداء في الموسم الثالث ، ولم يقتنع الرياضي بنتائج مشاركته.

أما الرياضي الثاني.. فلم يكن في إعداده أي هبوط حاد في مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ، كما لم يلاحظ عنده مناورة في الأحمال المتصاعدة، وبقي محافظاً على مؤشرات القدرة الهوائية بمستوىً عالٍ مستقر. وكانت مساهمة هذا الرياضي في المنافسات الدولية ناجحة.

يبين المثال السابق أن التكرار المتعدد لإزالة التكيف وإعادة التكيف تتخذ قيمة وظيفية عالية، ويعد التدريب المصحوب باستخدام أحمال غير كبيرة ولكنها دائمة الاستعمال على الوظيفة السائدة ، الطريق الأكثر فاعلية بمساعدة التكيف، مما يساعد على المحافظة على هذه الوظيفة في مستوى عالٍ.

تتابع التغيرات التكيفية في عملية التدريب الرياضي :

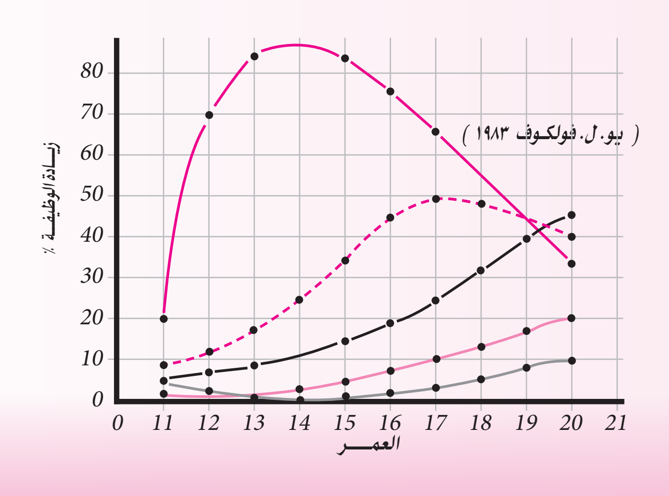
إن التغيرات التكيفية في أعضاء ووظائف انفرادية، التي تلاحظ كرد فعل اتجاه الأحمال البدنية، لاتحدث في آن واحد، وبسرعة مختلفة وتظهر في درجات متباينة. إن ظهور اختلاف الزمن في العمليات التكيفية هذه تتبع بصورة جيدة في أمثلة مؤشر التدريب السريع والمتأخر والتراكمي، وكما ذكر سابقاً في دائرة تفاعل تبادل الطاقة، فإن التغير السريع والأكثر تعبيراً سيلاحظ في العملية اللاأسيدية اللاأوكسجينية ، ومن ثم من جانب تحلل السكر ، وأخيراً من جانب عملية التنفس داخل الخلية.

إن أول ما يتم بلوغه في مرحلة الاستعداد الذي يعقب الأحمال البدنية، هو فوق التعويض لكرياتين الفسفور بسرعة داخل العضلة ثم النشا الحيواني. وأخيراً الزلاليات التي تؤدي وظائف مساعدة وتكوين تراكيب الخلية للألياف العضلية، وعند أخذ ذلك بنظر الاعتبار فإنه يصبح بالإمكان وبمساعدة الانتخاب المنطقي لعلاقة محددة لعامل الأحمال والاستراحة، اختيار التأثير المناسب على هذا الجانب أو ذلك في تنمية هذه الصفات البدنية للرياضي.

وتظهر هذه الظاهرة بصورة أكثر وضوحاً في حالة المؤثر التدريبي التراكمي ففي (الشكل رقم ٦٣) تظهر ديناميكية زيادة مؤشر الوظائف البايولوجية الطاقية المختلفة في عملية السباحين

الفتيان لسنوات عديدة ، كما أن أكثر الإزاحات سعة وسرعة في الزيادة خلال عملية التدريب تلك التي تظهر في مؤشر الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين. إن قيمة الزيادة التي تصل إلى ٧٠ – ٩٠ ٪ من القيمة الابتدائية تلاحظ عند السنة الثانية أو الثالثة للتدريب، ومن ثم تبدأ بالانخفاض بصورة ملحوظة، أما الإزاحات الأقل وضوحاً والتي لا تتجاوز ٥٠ ٪ من القيمة الابتدائية فيعثر عليها في مؤشرات القدرة اللاأوكسجينية العظمى ، إن أكبر قيمة للإزاحة في هذه المؤشرات يتم بلوغها عند السنوات ٦ – ٩ من التدريب ، وأن أطول فترة لتنمية التكيف لمؤشر الميلان الأعظم لحامض اللبنيك في الدم ولعتبة التبادل اللاأوكسجيني.

الشكل (٦٣) ديناميكية زيادة مؤشرات الوظيفة البايولوجية في عملية التدريب لسنوات طويلة للشباب



إن الصورة المبينة لتغير المؤشرات البايولوجية الطاقية في عملية التدريب لسنوات طويلة تعكس المنطق العام لنمو التكيف طويل الأمد: تتحقق المراحل الأولية لنمو التغيرات التكيفية نتيجة تحسين مؤشرات القدرة للعمليات البايولوجية الطاقية وفي المرحلة الختامية، نتيجة الفاعلية البايولوجية.

وفي التطبيق الرياضي يكون تتبع ظهور هذه القواعد لتتابع التكييف واضحاً في خصوصيات بناء الإعداد الموسمي، ففي الإعداد خلال فترة التدريب وخاصة في مراحله الأولى، فإن الحجم الأساسي تشكله الحمولات الموجهة نحو نمو الإمكانيات الهوائية للرياضي.

وبعد بلوغ المستوى المطلوب لتنمية الصفات الهوائية (يصرف من أجل هذا فترة زمنية لا تقل عن ١,٥ شهر ولا تتجاوز ٣ – ٤ أشهر) ينخفض حجم هذه الحمولات إلى أقل مستوى يستطيع أن يؤمن المحافظة على القابلية الأوكسجينية التي تم بلوغها (عادة ما

لا يتجاوز تدريباً واحداً أو تدريبين باتجاه أوكسجيني أسبوعياً) ، ولكن في الوقت نفسه يتضاعف بصورة ملحوظة حجم الوسائل التدريبية الموجه نحو تنمية صفات القوة المميزة بالسرعة والعناصر اللاأوكسجينية (تحلل السكر والأسيدي) للتحمل الخاص.

أما بالنسبة لأنظمة الطاقة البايولوجية الانفرادية فإن تتابع نمو التكييف أثناء التدريب سيبدو على النحو التالي: إن أكثر سرعة في الزيادة تكون في إمكانية العمليات الأوكسجينية وكمية النشا الحيواني في العضلات العاملة ومن ثم الخيوط العضلية للزلال (الاكتين والعضلين) وشدة تحلل السكر، وأخيراً.. وجود فوسفات الكرياتين في العضلات ، ولعل أول ما يعود بعد انتهاء التدريب كمية فوسفات الكرياتين إلى المستوى الابتدائي وفي المرحلة الأخيرة ، إمكانية إعادة تكوين ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

وهكذا فإن أكثر وتيرة في النمو وأطول فترة للحفاظ على المستوى العالي هما من صفات المؤشر البايولوجي الطاقي للتحمل إزاء العمل الطويل، أي الكفاءة الأوكسجينية للرياضي، أما الصفات التي تعكس التنامي الاكثر بطأ والبقاء في المستوى العالي فترة أقصر في المؤشر البايولوجي الطاقي فتكمن في صفات القوة - السرعة (القوة المميزة بالسرعة ، وتحمل السرعة).

تعاقب التغيرات التي تحدث في استهلاك الطاقة عند التدريب وعند التوقف عن التدريب :

إن التجارب التي أجريت على الحيوانات، وكذلك مراقبة الرياضيين خلال عمليات التدريب ، أظهرت أن التغيرات الخاصة بعضلات الأعضاء المدربة لا تجري أو لا تتم بنفس الوقت ، وإنما بالتعاقب .

ويكون تعاقب هذه التغيرات، حسب سرعته ، كما يلي :

أولاً - أسرع هذه التغيرات هو تطور إمكانيات العمليات الهوائية التأكسدية .

ثانياً - تليها مايحصل من ارتفاع بنسبة الكلايكوجين.

ثالثاً - ارتفاع كمية المايوسين (أي إعادة بناء البروتين للعضلة).

رابعاً - شدة التحلل الكلايكولي.

خامساً - نمو أو زيادة فوسفات الكرياتين في العضلة .

هذه هي التغيرات التي تحصل عند عملية التدريب. أما عند قطع التدريب أو التوقف عنه فيحصل العكس حيث تجري العمليات السابقة بتعاقب معكوس، كما يلي:

أولاً - قبل كل شيء تعود كمية فوسفات الكرياتين إلى مستواها الطبيعي الأصلي في فترة التوقف عن التدريب.

ثانياً - التحلل الكلايكولي (شدة التحلل الكلايكولي).

ثالثـــاً – كمية الكلايكوجين.

رابعـــاً – كمية المايوسين، ويأتي متأخراً نسبياً.

خامساً – شدة عمليات الأكسدة.

ولكن ماذا تعني هذه التعاقبات ، وما أهميتها بالنسبة لكل نوع من أنواع التدريب ؟ .. إن تعاقب هذه التغيرات الكيميائية – وبالشكل الذي ذكرناه سابقاً – عند التدريب وعند إيقاف التدريب تترتب عليها النتائج التالية:

١) بسبب القابلية على سلوك الطرق الهوائية التأكسدية ستتهيأ الأسس البايوكيميائية لعملية التحمل أي إمكانية أداء شغل يستمر لفترة طويلة. إن تطوير الأسس البايوكيميائية للتحمل سيكون سريعاً خلال عملية التدريب ، وخسران هذه القابلية عند إيقاف التدريب سيكون بطيئاً؛ وذلك لأن تطور الطرق الهوائية هو أسرع التغيرات البايوكيميائية التي تحصل عند التدريب ، هذا من ناحية ومن الناحية الثانية فإن فقدان هذه القابلية يكون أبطأ عند إيقاف التدريب ، وهذا يوضح في التعاقب السابق حيث كان آخر التغيرات التي تحصل عند إيقاف التدريب.

٢) أما الأسس البايوكيميائية للسرعة « زيادة السرعة » ، فتتطور بشكل بطئ وهذا واضح من التعاقب السابق ، حيث يأتي تطور شدة التحلل الكلايكولي وعند زيادة فوسفات الكرياتين في النهاية (رابعاً وخامساً) ، ومعلوم أن هذه التغيرات هي الأساس في تقوية الطرق اللاهوائية الضرورية لتمارين وتدريبات السرعة ، كما أنها تزول بشكل سريع عند إيقاف التدريب (لاحظ التعاقب السابق) .

٣) أما الأسس البايوكيميائية اللازمة لتطوير القوة من خلال عملية التدريب فتتطور بسرعة وسطية بين التحمل والسرعة وكذلك مدى استمراريتها بعد التوقف عن التدريب.

وكل هذا يتفق مع الواقع العملي للألعاب الرياضية، فالتدريب على السرعة يحتاج إلى وقت أكبر من التدريب على التحمل ، أما عند التوقف عن التدريب فيحصل العكس، حيث يفقد الرياضي في هذه الحالة إمكانيته وقابليته في السرعة – بشكل أسرع – قبل فقده للقابلية على التحمل ، وهنا أيضاً تأخذ تدريبات القوة موضعاً وسَطيّاً.

تغيرات استهلاك الطاقة التي تحصل بسبب التدريب المجهد :

إن تغيرات استهلاك الطاقة التي تظهر عند الاستمرار في التدريب لحد الإعياء ، تختلف مبدئياً عن تلك التغيرات التي ذكرناها سابقاً؛ فالرجوع إلى الحالة البايوكيميائية الأصلية للأعضاء بعد إيقاف التدريب يجري وفق تتابع يعاكس تتابع التطورات البايوكيميائية التي حصلت عند التدريب (كما بيّنا سابقا) ، أما في حالات التدريب المجهد فتحصل حالة اختلال للتعاقبات السابقة ، حيث تظهر هنا – في حالة التدريب المجهد – أولاً حالة تشويش لعمليات

الأكسدة ، يتبعها انخفاض في شدة التحلل الكلايكولي، وأخيراً إذا استمر التدريب بهذا الاتجاه فسيحصل انخفاض لكمية الكلايكوجين في العضلة.

إن تأثير رداءة عمليات الأكسدة سيقود حتماً إلى تشويه لكيميائية الفعاليات العضلية، كما أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين ستصبح هي الأخرى رديئة ، كما ستزداد كمية الأمونيا في العضلة ، أما استهلاك مصادر الطاقة فسيكون أقل اقتصادياً بسبب تشويش عمليات الأكسدة ، ويصاحب كل هذا نقص واضح في وزن الجسم.

كما أنه من المعلوم أن هناك استهلاكًا لحامض الاسكوربيك « فيتامين C » من قبل الأعضاء عند حصول عمليات الأكسدة.

وقد تبين – من مراقبة الرياضيين – أن هذه الحاجة تزداد كثيراً عند عمليات التدريب المجهد، وتتناقص كميتها في الدم بصورة كبيرة.

كذلك تظهر – من مراقبة الرياضيين أيضاً – أن أكبر وأسرع تأثير لهذه التشويشات يظهر في تدريبات التحمل ، وهذا يؤيد ويؤكد أن أول عملية بايوكيميائية تسود نتيجة للتدريب المجهد هي عملية الأكسدة ، وبالتالي ضعف أو تقليل تأثير عمليات الهدم التأكسدية.

ومن البديهي فهنالك – عدا ما ذكرناه سابقاً – تأثير سيىء جداً على النظام العصبي المركزي.

لقد ثبت حصول انزعاج كبير في النظام العصبي المركزي نتيجة للتدريب المجهد ، ولكن طبيعة التشويشات البايوكيميائية التي تحصل في هذا الجهاز نتيجة لهذا الأسلوب من التدريب لا تزال غير معروفة إلى الآن.

الفصل السادس

التدريبات الرياضية

الأسس البيولوجية للتدريبات الرياضية

إن الأغراض من التدريبات الرياضية هي واسعة ومتشعبة ، فهي من الناحية التربوية عملية بناء وتربية للمعنويات والإرادة والذكاء والانضباط والصفات العالية.

أما من وجهة النظر البايولوجية فتعتبر التدريبات الرياضية عملية « ملاءمة » ، ملاءمة الإنسان للأفعال والنشاطات العضلية الشديدة، والتي تهئ له قوة عضلية متطورة لممارسة الأعمال العنيفة ذات التحمل بشكل غير اعتيادي.

هذه الملاءمة تتم بالدرجة الأولى عن طريق التمرينات البدنية، التي تعود بدورها إلى إحداث تبدلات كبيرة في الأعضاء ، يتناولها موضوع الفسلجة الرياضية بالدرس والاستكشاف.

ولكن هذه التغيرات هي في الأساس تغيرات بايوكيميائية، ولذا يكون من الطبيعي دراسة هذه التغيرات البايوكيميائية والتي تظهر تحت تأثير التدريب. كما لا يمكن أن تقتصر هذه الدراسة على التغيرات التي تحصل في العضلات فقط ، وإنما تشمل أيضاً التغيرات التي تحصل في الدم والأنسجة والأعضاء الأخرى ، كالجهاز الهضمي والكبد والقلب والجهاز العصبي المركزي وغيرها.

التغيرات الكيميائية التي تحصل في العضلة نتيجة للتدريب

قبل أن نعدد التغيرات الكيميائية التي تحصل في العضلة نتيجة للتدريبات الرياضية ، نود أن نركز بشكل مختصر أنه ثبت في ضوء المعلومات الحديثة في الفسيولوجي أن هناك علاقة لنشاط الجهاز العصبي المركزي بالتغيرات الكيميائية التي تحصل في الأعضاء ، والعكس صحيح أيضاً ؛ حيث أن كل عمل يؤديه عضو من الأعضاء يؤثر في ميكانيزم الانعكاسات ويعمل كمحفز يقوي الانعكاسات الميكانيكية للجهاز العصبي على ذلك العضو.

حيث أن النشاط العضلي يحفز الجهاز العصبي المركزي لإعطاء الأوامر بزيادة عملية الشهيق مثلاً وهكذا.

أما أهم التغيرات الكيميائية التي تحصل في العضلة تحت تأثير التدريبات الرياضية فيمكن إجمالها بما يلي:

١- أن النشاط العضلي يحتاج إلى طاقة ، ولهذا فكل نشاط عضلي يكون مصحوباً بتحلل ثلاثي فوسفات الأدينوزين وتحول الطاقة الكيميائية الناتجة عن ذلك إلى طاقة ميكانيكية تخدم تقلص وتمدد العضلات.

٢- لغرض إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين تستهلك مواد مختلفة موجودة أصلاً في العضلة لهذا الغرض وبصورة كبيرة ، كأمثلة على هذه المواد التي تستهلك هو فوسفات الكرياتين، والكلايكوجين واللبيدات.

أما في الكبد فيحصل تحلل للكلايكوجين حيث يتكون الكلوكوز الذي يذهب بدوره إلى الدم ، ويوزع على العضلات النشطة والقلب والمخ.

كذلك سيحصل أيض للشحوم في الكبد وتأكسد للحوامض الشحمية ، كما تتجمع نواتج الأيض من حامض لبنيك وفسفور وأجسام كيتونية وحامض كاربونيك ومواد أخرى، في أعضاء الجسم.

إن قسماً من هذه المواد أيضاً يضيع في الأعضاء ، والقسم الآخر يستخدم كمواد أولية لإعادة البناء.

٣- يرافق نشاط العضلة سلسلة من التفاعلات التي تساعد فيها الأنزيمات - كعوامل مساعدة - مساهمة نشطة وفعالة، وبهذا تزداد فعالية عملية أنزيمات الـ *ATP ase* والفوسفوريليز والهكسوكينيز والليبيز وغيرها. كذلك تزداد عملية تحلل الكلوكوز وعمليات الهدم التأكسدية.

٤- عند الإجهاد الشديد من الممكن أن تنعكس الصورة السابقة وتتراجع فعالية كثير من الأنزيمات ، وهذه تعود مرة أخرى بعد فترة الاستراحة.

وربما تعود بشكل أكبر مما كانت عليه في الأصل وقبل أداء العمل ، كما سنرى ذلك فيما بعد.

٥- أن تجمع حامض اللبنيك (اللاكتيك) في العضلة يؤدي إلى زيادة استهلاك الأوكسجين (وبالتالي زيادة شدة العمليات التنفسية) من قبل الأنسجة لغرض حرق حامض اللبنيك (اللاكتيك).

بعد حرق حامض اللبنيك يعود مستوى الأوكسجين في ذلك النسيج إلى مستواه الأصلي.

كما أن هناك تجارب تثبت أن كمية الأوكسجين التي يحتاجها النسيج تتأثر قبل كل شئ بنواتج تحلل فوسفات الكرياتين وثلاثي فوسفات الأدينوزين ، كما أنها - أي كمية الأوكسجين - تعتمد على وجود المركبات التي لها القابلية على أخذ مجموعة الفوسفات الغنية بالطاقة (ويسمى المركب المستقبل accepter) حيث أن حاجة النسيج للأوكسجين تزيد كمية ثنائي وأحادي فوسفات الأدينوزين (ADP، AMP) والكرياتين غير الفوسفاتي، وهذه المركبات تستطيع أخذ مجاميع الفوسفات وبناء مركبات فوسفاتية غنية بالطاقة.

٦- أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين وفوسفات الكرياتين والكلايكوجين يمكن أن يجري أثناء أداء الشغل ، ولكن وبسبب الهدم الشديد لهذه المواد أثناء أداء الشغل وممارسة التمارين الرياضية العنيفة وشبه العنيفة، وستبقى كميتها منخفضة طيلة فترة التمرين.

٧- في فترة الاستراحة بعد إجراء التمرين تظهر حالة جديدة ، حيث تتوقف عملية التحلل الشديدة لمصادر الطاقة وتحصل عملية إعادة بناء لها تتخطى حالة التوازن أي إعادة البناء تكون ليس فقط للكمية التي استهلكت أثناء أداء التمرين وإنما تزيد عليها .

هذه الحالة تسمى : (إعادة التعويض لحد فوق المستوى الأصلي فوق التعويض Over Compensation) حيث يصل أكثر من تعويض إلى المواد التي تحللت، أي يجري تعويضها وزيادة على ذلك عن طريق إعادة البناء.

وفيما يلي سنشرح هذه القاعدة بالتفصيل.

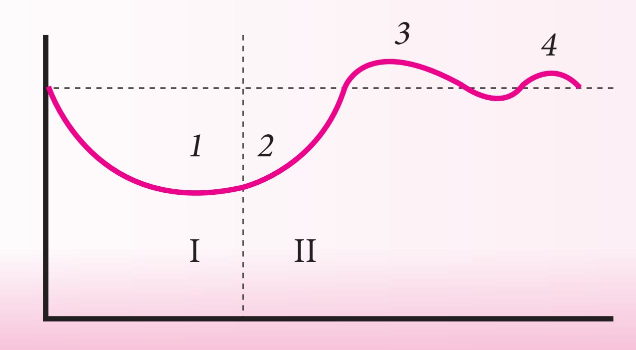
قاعدة فوق التعويض : Super compensation

وضعت هذه القاعدة من قبل « فايكرت weigert » وهي كما بيّنا سابقاً أن إعادة البناء لاتكون تعويضاً للمواد التي استهلكت فقط بحيث تعود إلى مستواها الأصلي الذي كانت عليه قبل إجراء التمرين ، وإنما تعود إلى ما فوق المستوى الأصلي.

(كما في الشكل رقم ٦٤) .




الشكل (٦٤) مخطط للهدم وإعادة البناء (I) أثناء عمل العضلة (II) خلال فترة الاستراحة



١- استهـلاك .
٢- إعـادة بنـاء .
٣- استعادة أكثر مما كانت عليه في السابق .
٤- العودة إلى المستوى الأصلي .

وواضح من الشكل أنه في فترة الاستراحة تستمر عملية بناء المواد المتهدمة حتى تصبح كميتها أكثر مما كانت قبل أداء الشغل ، وهذه حالة فوق التعويض.

هناك أمثلة بايولوجية عديدة تؤكد هذه الحقيقة ، وقد دُرسَت هذه الحالة في حقل الفسلجة من قبل العالم (باڤلوف Pavlov) وفي حقل الكيمياء الحيوية من قبل ومن قبل (N. N. Jakowlevs) باكوفلف. وكل التجارب التي أجريت لهذا الغرض أظهرت أن شدة عمليات البناء تعتمد على شدة الهدم. وكلما كان الاستهلاك شديداً (ضمن حدود معينة) كلما سارت عمليات إعادة البناء بشكل أسرع ، وكلما زادت سرعة الوصول إلى حالة فوق التعويض.

نود أن نؤكد أن هذه المعطيات تكون صحيحة ضمن حدود صحيحة ومعقولة.

حيث إذا كانت شدة هدم هذه المواد عالية جداً بسبب تحمل عالٍ وشغل عنيف فإن إعادة البناء ستتأخر وستكون بطيئة كما أن الوصول إلى حالة فوق التعويضِ ستتأخر هي كذلك.

هذه من ناحية ، ومن ناحية ثانية إذا حصل الوصول إلى حالة فوق التعويض بشكل سريع فإن الهبوط إلى المستوى الأصلي سيكون سريعاً.. مثال على ذلك الكلايكوجين في العضلة، فلو استهلك هذا الكلايكوجين أثناء أداء الشغل ففي فترة الاستراحة إذا حصلت حالة فوق التعويض، فستكون عودة الكلايكوجين أي هبوطه إلى المستوى الأصلي سريعة أيضاً ، أي أن كميته تبقى لفترة وجيزة، أكبر من الكمية الأصلية قبل الشغل ثم تعود إلى المستوى الأصلي، أما إذا كان الوصول إلى حالة فوق التعويض بطيئاً فستبقى الكمية مرتفعة لمدة أطول.

فمثلاً بعد شغل عنيف لفترة قصيرة، أي خلال الاستراحة تبدأ ارتفاع نسبة الكلايكوجين في عضلات الحيوانات وتصل إلى أعلى من المستوى الأصلي، أي حالة فوق التعويض بعد ساعة من الراحة ثم تعود إلى المستوى الأصلي، أي إلى الكمية التي كانت موجودة أساساً قبل

أداء الشغل بعد اثنتى عشرة ساعة ، أما إذا كان الشغل لفترة طويلة (تحمل عالٍ) فالوصول إلى حالة فوق التعويض يحتاج إلى اثنتي عشرة ساعة وتبقى كمية الكلايكوجين أعلى من مستواها الأصلي في العضلة لمدة أكثر من ثلاثة أيام.

إن هذه الحقيقة هي الأساس البايوكميائي للتغيرات التي تحصل في الأعضاء نتيجة للتدريب ؛ حيث أن النشاط العضلي سيؤدي إلى ارتفاع كفاءة عمليات الأيض ونشاط الخمائر، وإعادة بناء مصادر الطاقة التي استهلكت أثناء الشغل لحد أعلى من مستواه الأصلى (فوق التعويض).

كما أن تكرار الشغل (التمرين) يؤدي إلى زيادة إعادة البناء بشكل واضح كما يؤدي إلى زيادة في نشاط الأنزيمات أكثر مما جرى لمرة واحدة.

إن ظاهرة إعادة البناء لحد فوق التعويض لا تقتصر على إعادة بناء مصادر الطاقة فقط، وإنما تشمل بروتين العضلات أيضاً ، إن بروتين العضلة يُستهلك إلى حد معين أثناء أداء الشغل ، ثم تعود عملية بنائه أثناء فترة الاستراحة، ويستغل لذلك الاحتياطي الموجود في الكبد أيضاً حيث تجري له عملية أيض هناك وتموّل به العضلة عن طريق الدم ، إن التعويض سيكون أكثر من الكمية التي استهلكت عند أداء الشغل (فوق التعويض) وهذا ما يفسر لنا كبر كتلة البروتين في العضلة وزيادة وزنها بسبب كبر التدريب.

إضافة إلى ذلك، تجري في العضلة سلسلة أخرى من التغيرات التي لا يمكن ملاحظتها أثناء حدوثها عند أداء التمرين أو الشغل لمرة واحدة. ولكن عند تكرار التمرين بصورة منتظمة يمكن ملاحظة هذه التغييرات بوضوح.

ففي العضلة ترتفع كمية المايوكلوبين - نتيجة للتمرينات المنتظمة - الذي يستخدم كاحتياطي لنقل الأوكسجين ، وكذلك تزداد كمية كثير من المواد العضوية والأملاح المعدنية التي تعمل كمنشطات لعمل الأنزيمات مثل حامض الأسكوربيك (فيتامين) والكلوتاثيون والانسرين والكارنوسين.

كما تزداد كمية المواد التي تستخدم لبناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة مثل الكرياتين.

كما تزداد كمية المواد التي تعمل على زيادة خاصية البفر (*Buffer*) في الدم والأعضاء.

(خاصية البفر هي الخاصية التنظيمية للحامضية والقاعدية، والتي يمتلكها الدم بصورة خاصة، بحيث يبقي محافظاً على حامضية ثابتة حتى لو زادت كمية الحوامض أو القواعد التي تمر فيه).



تغيرات استهلاك الطاقة للأعضاء الداخلية والجهاز العصبي :

إن التغيرات التي تحدث في استهلاك الطاقة يمكن ملاحظتها ليس فقط في الجهاز العضلي وإنما أيضاً في عضلة القلب والكبد والمخ وغيرها .

ففي الكبد تزداد عملية تحلل الكلايكوجين أثناء النشاط العضلي، الأمر الذي يؤدي إلى تكون الكلوكوز الذي يذهب إلى الدم. ويوزع عن طريقه إلى الأعضاء المختلفة.

إن استهلاك الكلايكوجين في الكبد يزداد كلما ازداد تحمل الشغل ، حيث تنخفض كميته في الكبد بشكل ملحوظ ، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض كمية الكلوكوز في الدم أيضاً ، وتبعاً لذلك فسيكون تزويد القلب والمخ بالكولكوز فقيراً .

إن هذه الحالة تبرز بوضوح عند ممارسة تمارين رياضية ذات تحمل عالٍ مثل الماراثون والتزحلق لأكثر من ٣٠ و ٥٠ كلم وسباق الدراجات في الشوارع... الخ.

كما أن أيض وتحلل الشحوم في الكبد سيزداد هو الآخر عند النشاط العضلي ، مما يؤدي إلى زيادة كمية الفوسفولبيدات واحتراق الحوامض الشحمية وتكون الأجسام الكيتونية وهذه تذهب إلى الدم ومنه إلى الجهاز العضلي والقلب ، كما أن التمارين ذات التحمل العالي تؤدي إلى بناء اليوريا في الكبد، والتي تفرز خارج الجسم عن طريق الإدرار والعرق.

إن تكون اليوريا في مثل هذه التمارين (الماراثون مثلاً) دليل على استهلاك المواد الحاوية على النتروجين استهلاكاً عالياً ، وعلى أية حال ففي الاستراحة تجري عملية إعادة استرجاع المواد المستهلكة لحد فوق التعويض.

إن النشاط العضلي يؤدي إلى نشاط عضلة القلب ، الأمر الذي يؤدي إلى ارتفاع شدة عمليات الأيض في عضلة القلب.

إن مصدر الطاقة لضربات القلب (التمدد والتقلص) هو ثلاثي فوسفات الأدينوزين، أي كما هي الحال في الجهاز العضلي، ولكن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين في عضلات القلب يتم على الأغلب عن طريق هوائي ، أكسدة مصحوبة بفسفرة ، كما أن عضلة القلب تحافظ دائماً على مستوى ثابت تقريباً من ثلاثي فوسفات الأدينوزين حتى عند أداء الأعمال العنيفة.

أما المواد الأولية التي تستخدم في عملية بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين في القلب فتجهز بواسطة الدم ، مثل الكلوكوز والحوامض الشحمية الكيتونات وحامض اللبنيك ، وفي القلب عكس الجهاز العضلي فهو دائماً يجهز بهذه المواد من الدم ولا يجري العكس ، فكمية الكلايكوجين الموجودة في عضلة القلب تكاد لا تتأثر ولا تستخدم عند النشاط العضلي، وأن مستواه يبدأ بالانخفاض بعد أن يكون التحمل عالياً جداً والشغل عنيفاً أو شبه عنيف لساعات طويلة.

إن ما يساعد القلب في المحافظة على كمية الكلايكوجين هو تحفيز الأنزيمات التي تساهم في عملية أيض الكاربوهيدرات بسبب النشاط العضلي.

حيث أن تحفيز هذه الأنزيمات يؤدي إلى استهلاك شديد للكلوكوز وحامض اللبنيك وارتفاع ملحوظ في كمية المايكلوبين.

المـــخ:

أما ما يجري في المخ، فنظراً لنقص البحوث البايوكيميائية حول التغيرات التي تحصل في المخ نتيجة للتمارين البدنية فلا يمكن إعطاء صورة مضبوطة لما يجري هناك.

وعلى أية حال فإن إثارة الخلايا العصبية بسبب التمارين البدنية ذات التحمل سيكون مصحوباً بسلسلة من التغيرات الكيميائية.

١) وبالدرجة الأولى تحلل ثلاثي فوسفات الأدينوزين.

٢) تكون الأمونيا.

٣) إن الطريق الرئيسي في عملية بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين في المخ هو الطريق الهوائي ، أي عمليات أكسدة مصحوبة بفسفرة.

٤) وتبعاً لذلك فستزداد كمية الأوكسجين والكلوكوز المجهزة للمخ بواسطة الدم، عند ممارسة التمارين البدنية زيادة ملحوظة.

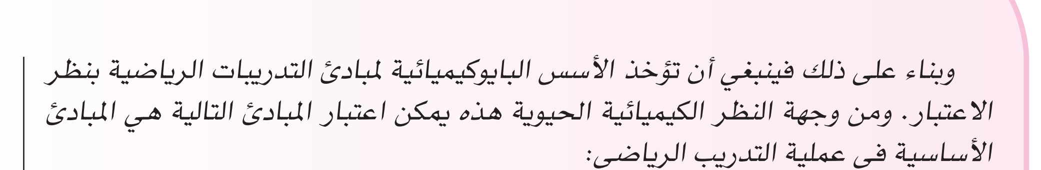
٥) أما كمية الكلايكوجين في المخ فلا تتبدل تبدلاً ملحوظاً عند القيام بنشاط عضلي، حيث أن هناك توازناً جيداً بين هدم الكلايكوجين (تحلله) وإعادة بنائه ، وعلى أية حال فهناك احتمال تناقص كمية الكلايكوجين في المخ إذا كان التحمل عالياً.

٦) كما أن فوسفات الكرياتين وثلاثي فوسفات الأدينوزين تتناقص هي الأخرى قليلاً إذا كان التحمل عالياً.

هذه هي أهم التغيرات الملحوظة في المخ عند النشاط العضلي، ولكن كما أوضحنا في البداية فنحن لانزال بعيدين عن الفهم التام للعمليات والتغيرات التي تحصل للنشاط العصبي عند ممارسة التمارين البدنية.

مبادئ التدريب الرياضي من وجهة تحليل استهلاك الطاقة:

لقد اتضح لنا حتى الآن أن التدريب الرياضي يكون مصحوباً دائماً بتغيرات في تحليل استهلاك الطاقة ، هذه التغيرات تحصل أثناء أداء التمرين وفي فترة الاستراحة أيضاً. فمجمل عملية التدريب تكون مصحوبة بعمليات هدم وإعادة بناء وتعويض وفوق التعويض.



وبناء على ذلك فينبغي أن تؤخذ الأسس البايوكيميائية لمبادئ التدريبات الرياضية بنظر الاعتبار. ومن وجهة النظر الكيميائية الحيوية هذه يمكن اعتبار المبادئ التالية هي المبادئ الأساسية في عملية التدريب الرياضي:

- إعادة إجراء التمارين.
- المثابرة والانتظام في إجراء التمارين.
- العلاقة الصحيحة بين العمل والراحة.
- الزيادة التدريجية للإجهاد.

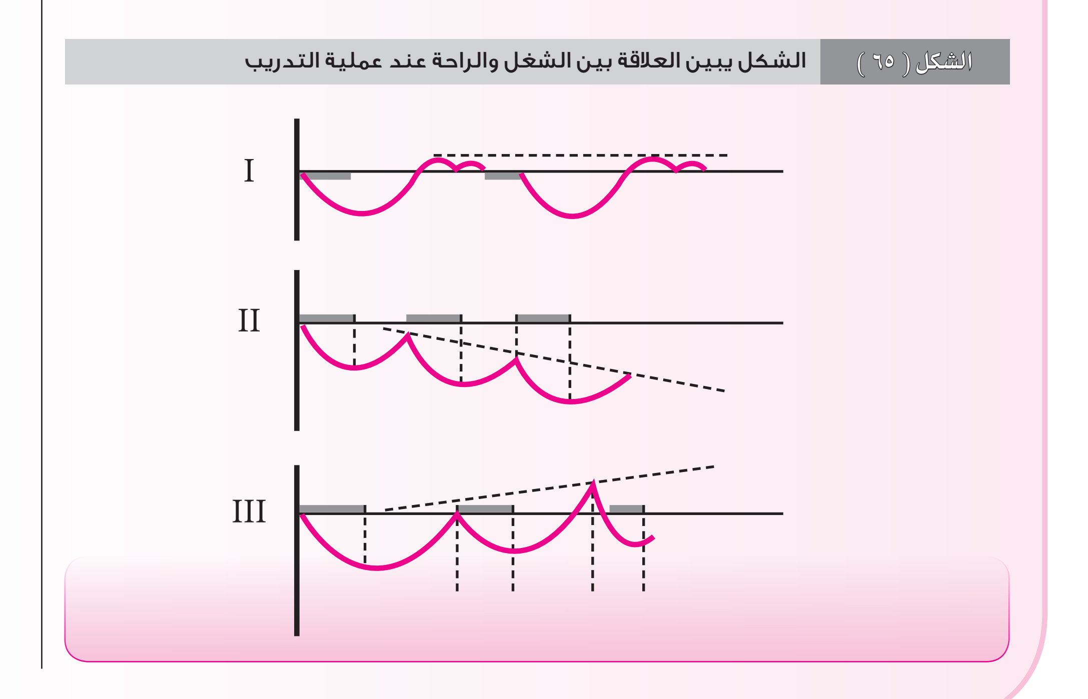
إن هذه المبادئ الأربعة يمكن توضيحها بالخطوط البيانية في شكل رقم (٦٥).

المبدأ الأول

إعادة إجراء التمارين

لقد سبق وأن بَيّنا أن هدم المواد المختلفة الذي يحصل بسبب النشاط العضلي يكون مصحوباً دائماً بإعادة بناء لهذه المواد ، وأن عملية البناء أو التعويض هذه تكون على أشدها في فترة أو في طور الاستراحة ، حيث تحصل حالة فوق التعويض ، ولكن هذه الحالة (أي فوق التعويض) سوف لن تستمر، وإنما ستعود مرة أخرى الى المستوى الأصلي قبل أداء

الشكل (٦٥) الشكل يبين العلاقة بين الشغل والراحة عند عملية التدريب



الشغل ، وعلى هذا فإجراء تمرين مفرد واحد أو ممارسة إجهاد واحد لا يستطيع إدامة تأثير تدريب الرياضي ، ولغرض جعل التدريب ارتفاعاً دائماً في القابلية على الإنجاز ينبغي إعادة التمارين، ولكن كيف ومتى تجري إعادة التمارين ؟. هذا ما يجيب عليه المبدأ الثاني.

المبدأ الثاني

انتظام تعاقب إعادة التمرين

المقصود بالانتظام، هو أن تكون إعادة التمرين وفقاً للأسس البايوكيميائية بحيث تكون حصيلة التدريب هو الارتفاع الدائم في القابلية على الإنجاز، فوقت إعادة التمرين ينبغي ألاَّ يكون اعتباطياً، وإنما ينبغي أن يكون في فترة أو طور فوق التعويض *Supercompensation Phase* أي أن التمرين الثاني ينبغي أن يعقب التمرين الأول خلال فترة إعادة البناء القصوى والتي أطلقنا عليها اسم فوق التعويض ، بهذه الطريقة فقط يمكن أن يحصل تطوير فعال للقدرات الوظيفية للأعضاء.

أما إذا ابتدأ التمرين الثاني في طور الاسترجاع غير الكامل لما تهدم أثناء إجراء التمرين الأول ، فستكون الحصيلة النهائية الإعياء ، وسنصل إلى حالة بعيدة عن الديناميكية المنشودة من التدريب ، ولهذا فالقاعدة الثانية أو المبدأ الثاني هو التزام تعاقب التمرين.

المبدأ الثالث

العلاقة الصحيحة بين العمل والراحة

في الواقع أن تحقيق القاعدة السابقة يجب أن لا يؤخذ ببساطة مجردة ، حيث أنه على الأغلب يحصل أن تعاد التمارين ضمن إطار ساعة التدريب ، في طور عدم الاسترجاع الكامل للمواد التي استهلكت أثناء أداء التمرين الأول.

خذ مثلاً الطريقة المعروفة في التدريب والتي تسمى طريقة التدريبات المتتالية ، تعتمد أساساً على تثبيت فترة الاستراحة وزيادة الإجهاد أو تثبيت شدة الإجهاد وتقصير فترة الاستراحة بشكل تدريجي ، وتهدف هذه الطريقة إلى إجبار الأعضاء للتكيف على أداء الإجهادات في فترة عدم الاستعادة الكاملة للمواد التي استهلكت في أعضاء الرياضي، وبالتالي إحداث تكيف أو ملاءمة في أعضاء الرياضي للعمليات البايوكيميائية حتى تكون هذه الأعضاء مستعدة لظروف السباقات.

على أية حال فالواقع العملي الصحيح يتطلب أن تكون حالة التكيف هذه تدريجية ، مع الاحتراس بأن يكون وقت الراحة ضامناً أو كفيلاً بان تكون ساعة التدريب المقبلة واقعة ضمن فترة فوق التعويض للحالة السابقة.



لقد اتضح أن قيمة التعويض ومدة المواد المتجددة بمستوى أعلى من المستوى الأصلي تكون متباينة ومختلفة حسب الجهد المبذول ومن هنا تبرز القاعدة الثالثة في التدريب .. ألا وهي العلاقة الصحيحة بين العمل والراحة ، فكل تمرين بدني يتطلب فترة راحة محددة تعتمد على نوع التمرين والإجهاد الذي يسببه.

هذا من ناحية ومن الناحية الأخرى فإن حالة فوق التعويض لمختلف المكونات الكيميائية الحيوية للعضلة وللأعضاء الأخرى تظهر بفترات زمنية مختلفة للعمل الواحد.

فالوصول إلى فوق مستوى كمية فوسفات الكرياتين في العضلة مثلاً يكون سريعاً نسبياً، بينما يكون الوصول إلى فوق مستوى كمية الكلايكوجين أبطأ، ولكنه يستمر لمدة أطول أي تبقي كمية الكلايكوجين المعاد بناؤه فترة أطول في مستوى أعلى من المستوى الذي كان عليه قبل أداء الشغل ، أما البروتين فسيتأخر أكثر من الكلايكوجين.

على هذا يمكن القول أن طول فترة الاستراحة تعتمد على الغرض المطلوب ، فإن كان الغرض هو زيادة كمية الكرياتين فيحتاج الجسم إلى فترة راحة قصيرة بين تدريب وآخر، وبصورة عامة تكون فترة الاستراحة هذه أقصر مما لو كان الغرض هو زيادة احتياطي الكلايكوجين ، والذي بدوره يتطلب فترة راحة مما لو كان الغرض هو بناء العضلة (أي زيادة كمية البروتين اللازم لبناء العضلة) ، كل هذه العوامل تلعب دوراً مهماً في تطوير الصفات الضرورية للنشاطات الحركية في عملية التدريب، كالسرعة والقوة والتحمل.

المبدأ الرابع

الزيادة التدريجية للإجهاد

سبق وأن ذكرنا أن قيمة ومدة مكوث ومدة استهلاك الوصول إلى حالة فوق التعويض متعلقة أيضاً بقيمة وشدة الاستهلاك للمواد عند أداء التمرينات المختلفة.

كما أن كمية وشدة استهلاك هذه المواد عند أداء شغل سوف تتناقص بارتفاع مستوى التدريب وذلك بسبب تكيف الأعضاء وملاءمتها للإجهادات المختلفة بسبب التدريب ، وعلى هذا فالفترة الزمنية للوصول إلى حالة ما فوق التعويض ستقصر باستمرار التدريب وبالارتفاع التدريجي لمستوى التدريب.

وهنا تبرز أهمية القاعدة الرابعة في التدريب : أهمية الزيادة التدريجية في الإجهاد عند التدريب.

الصفات الكيميائية للأعضاء المدربة

لقد سبق وأن ذكرنا بأن من أهداف التدريب الرياضي الأولية هي رفع القدرة والقابلية على الإنجاز عند الرياضي. ولغرض الوصول إلى هذا الهدف فلابد أن تحصل في أعضاء الرياضي تغيرات بايوكيميائية ومورفولوجية ووظيفية.

فالأعضاء المدربة لها صفات خاصة تميزها عن تلك الأعضاء غير المدربة. وسنحاول فيما يلي إعطاء أهم الخصائص الكيميائية التي تميز هذه الأعضاء.

النظام العضلي:

كل نشاط عضلي حتى لو كان لمرة واحدة يترك تغيرات بايوكيميائية في العضلة ، ولذا فالنشاط المنتظم – كما في التدريب مثلاً – سوف يُحدث سلسلة من التغيرات البايوكيميائية، هذه التغيرات تحدث بالدرجة الأولى للمايوسين والاكتومايسين وكل المادة الأساسية في عملية تقلص العضلة، كما تشمل أيضاً مصادر الطاقة واستغلال مصادر الطاقة. وفيما يلي سنوجز هذه التغيرات البايوكيميائية:

١) قبل كل شيء سيحصل نتيجة للتدريب ، زيادة في كمية بروتين التقلصات «المايوسين Myosin » في العضلة ، إن هذا البروتين يمتلك إضافة إلى الخاصية المطاطية، صفة الأنزيمات. حيث يساهم في تعجيل عملية تحلل فوسفات الأدينوزين ؛ فزيادة كمية المايوسين تعود إلى النقطة الثانية وهي.

٢) ترتفع قابلية العضلة على تعجيل ثلاثي فوسفات الأدينوزين بسبب زيادة كمية المايوسين ، وهذا يعني توليد الطاقة الكيميائية التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية تخدم عملية تقلص وتمدد العضلة.

٣) بجانب إمكانية تحلل ثلاثي فوسفات الأدينوزين في اللحظة التي تحصل فيها التقلصات ، تزداد تحت تأثير التدريب، إمكانية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين، خلال فترات التقلص والتمدد، إن هذا التحسن في إمكانية إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين، يشمل الطريقين الطريق اللاهوائي والطريق الهوائي التأكسدي.

٤) كما أثبتت البحوث والتجارب التي أجريت من قبل بلادين A.W. Pallaadin وفردمان D. L. Ferdman ، وكذلك من قبل ياكوفولف N. M. Jakawlew وجماعته ، أنه بتأثير التدريب تزداد كمية الاحتياطي من المواد اللازمة لإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين فمثلا: تحت تأثير التدريب ، تزداد كمية فوسفات الكرياتين والكلايكوجين والليبيدات.

٥) يزداد كذلك وبصورة واضحة، نشاط الأنزيمات التي تعمل كعوامل مساعدة في عمليات الأيض اللاهوائي ، وفي عمليات التحليل الكلايكولي ، وذلك بسبب التدريب.

٦) كما أن كمية الاحتياطي من الكاربوهيدرات ستزداد في العضلة نتيجة للتدريب ، كذلك تزداد كمية الكلايكوجين ، إن زيادة الاحتياطي من الكربوهيدرات في العضلة ، سيجعل العضلات المدربة أقل اعتماداً على الدم في الحصول على الكلوكوز .

٧) ولو أن تركيز ثلاثي فوسفات الأدينوزين فى العضلة لا يزداد بسبب التدريب ولكن كمية ثلاثى فوسفات الأدينوزين الكلية ستزداد.



ونلاحظ ذلك إذا أخذنا التركيز فقط بنظر الاعتبار وذلك بسبب زيادة وزن العضلة.

إن التجارب باستخدام الفوسفور المشع ، أثبتت أن هناك زيادة فى سرعة تبادل المجاميع الفوسفاتية الغنية بالطاقة ، نتيجة للتدريب .

٨) إن ازدياد احتمال إعادة – وزيادة سرعة بناء أيضاً – بناء ثلاثى فوسفات الأدينوزين ، يتبعه ازدياد احتمال قيام العضلة المدربة بإنجاز شغل بنفس كمية ثلاثى فوسفات الأدينوزين أعلى من الشكل الذى تنجزه العضلة غير المدربة .

٩) ومن التغيرات المهمة التى تطبع العضلة المدربة بطابع خاص مميز ، هو زيادة كمية المايكلوبين نتيجة للتدريب ؛ فالمايكلوبين يقوم بنقل الأوكسجين ، وزيادته تعنى ازدياد احتياطى الأوكسجين فى العضلة المدربة ، والذى يمكن أن يستخدم عندما يكون هناك نقص فى الأوكسجين ، أو أن حاجة الأعضاء للأوكسجين تكون غير مغطاة ، وهذا ما يحصل عند إجراء التمارين العنيفة وشبه العنيفة .

١٠) كما ان التغيرات المهمة التى تحصل نتيجة التدريب ، والتى تصبح مميزة للعضلة المدربة ، هى زيادة كمية أيونات الكالسيوم Ca^{++} وأيونات المغنسيوم Mg^{++} والتى هى ضرورية لتنشيط عمل سلسلة من الأنزيمات فى العضلة .

كما سبق وأن ذكرنا أن أيونات الكالسيوم تقوم بتنشيط ثلاثي فوسفات الأدينوزين المحيط بالمايوسين في العضلة .

عدا التغيرات البايوكيميائية ، هناك سلسلة من التغيرات البنائية تحصل في العضلة نتيجة للتدريب ، ويمكن أن نجمل أهم هذه التغيرات بما يلي :

١- تزداد كمية وعدد خيوط ولويفات المايوفبريل .

٢- كما أن وضعية المايوفبريل ستتبدل ، كما تتبدل نواة وشكل نهايات الأعصاب .

٣- تتوسع الشبكة الشعرية كثيراً ، مما يؤدي إلى زيادة تزويد العضلة بالدم ، الأمر الذي يخدم العضلة عند نشاطها ، ويسهل تزويدها بالأوكسجين ومصادر الطاقة .

٤- تزداد كمية وحجم الميتاكوندريان أيضاً .

٥- وبسبب التبدلات البايوكيميائية أو التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في العضلة نتيجة للتدريب ، فستزداد سرعة وقوة التقلصات في العضلة ، كما أن موازنة ثلاثى فوسفات الأدينوزين ستبقى جيدة .

٦- ولكون التدريب يؤدي إلى تحسين موازمة ثلاثي فوسفات الأدينوزين « توازن بين البناء والتحلل » ، فسوف تزداد القابلية على التحمل نتيجة للتدريب .

الأعضاء الداخلية و الدم :

من التغيرات البايوكيميائية المهمة التي تحدث بسبب التدريب ، هى تلك التي تحدث في الكبد ، حيث تزداد كمية الكلايكوجين في الكبد بسبب التدريب .

لقد وجد أن كمية الكلايكوجين في كبد الحيوانات الخاضعة للتدريب أكبر بمقدار ٥٠٪ من تلك التي في كبد الحيوانات غير المدربة .

كما أن الاحتياطي من الكاربوهيدرات هى أعلى ٧٠٪ في جسم الشخص الرياضي الخاضع للتدريبات العنيفة مما في جسم الشخص غير المدرب .

كما أن التدريب يؤدي إلى تصاعد نشاط سلسلة من الأنزيمات التي تساهم وتساعد في عمليات أيض الكاربوهيدرات والبروتينات واللبيدات .

فنشاط أنزيمات Lipase مثلاً يرتفع في الأنسجة التي تحت الجلد وفي الرئتين ، وتبعاً لذلك – أو بسبب ذلك – ستكتسب الأعضاء الواقعة تحت تأثير التدريب ليس فقط احتياطياً عالياً من مصادر الطاقة ، وإنما تحصل أيضاً على القابليات التي تمكنها من استهلاك مصادر الطاقة هذه بسرعة ، وبقدرة عالية عند أداء عمل ما ، وإعادة بنائها بسرعة خلال فترة الراحة .

عضلـة القلـب :

إن التدريب يؤدي إلى حصول تغيرات بايوكيميائية في عضلة القلب يمكن إجمالها بما يلي :

١- شبيه بما يحصل بالهيكل العضلي ، ستحصل زيادة في بناء بروتين عضلة القلب .

٢- التدريب يؤدي إلى ارتفاع كمية المايوكلوبين « حامل الأوكسجين » في القلب ، الأمر الذي يساعد على تحسين قابلية عضلة القلب على الإنجاز عندما يكون تجهيز الأعضاء بالأوكسجين ناقصاً غير تام .

٣- وبسبب التدريب أيضاً فستزداد قابلية عضلة القلب على أخذ كمية أكبر من الكلوكوز واللاكتات من الدم ، حيث يمكن أن تبلغ هذه الزيادة عند الشخص المدرّب ضعف ما هو عند الشخص غير المدرب .

٤- من الأمور التي أوضحناها بالتفصيل في المواضيع السابقة ، هو أن إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين يسلك في الجهاز العضلي طريقين : هوائي ولاهوائي ، أما في عضلة القلب فإعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين يسلك طريقاً هوائياً تأكسدياً ، إلا في حالات الضرورة القصوى والشاذة .

وهذا له علاقة بالاختلاف الوظيفى لعضلة القلب عن العضلات الأخرى . حيث أن نشاط العضلات الأخرى يمكن أن يتصاعد بصورة كبيرة جداً (وهذا ما لايحصل فى عضلة القلب) مما يتبعه زيادة فى شدة الأيض فى الجهاز العضلى قد تصل إلى عشرة أضعاف ، الأمر الذى يؤدى إلى احتمال عدم كفاية الأوكسجين اللازمة ، مما يحدو إلى سلوك طريق لاهوائى لإعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدينوزين .

بينما عضلة القلب على عكس ذلك ، فهى فى عمل ونشاط دائم ، والتبدلات فى نشاط عضلة القلب محدودة ، ولذا فإن إعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدينوزين فى القلب تسلك الطريق الهوائى التأكسدى ، إلا فى الحالات الشاذة .

الـــدم :

أهم التغيرات التى تحصل فى الدم هى :

زيادة كمية الهيموكلوبين (وكذلك زيادة عدد الأرثروسيتين) الأمر الذى يؤدى إلى ازدياد قابلية الدم على نقل الأوكسجين .

تقوية الخواص التنظيمية للدم (بفر Buffer) أى تزداد قابلية الدم على مقاومة الحموضة الزائدة أو القاعدية الزائدة بحيث يبقى له (PH) ثابتاً تقريباً . إن هذه الخاصية مهمة جداً حيث تؤدى إلى إمكانية المحافظة على عمل الدم لمدة طويلة حتى عند دخول نواتج الأيض الحامضية ، مثل حامض اللبنيك .

كذلك تحصل - نتيجة للتدريب - تغيرات فى العظام أيضاً . ويمكن ملاحظة ذلك من تقوية ومتانة الهيكل العظمى عند الرياضيين والذى يتحمل إجهاداً عالياً ، كذلك ممكن ملاحظة ارتفاع كمية بروتين العظام ، كما يحصل ارتفاع فى كمية الأملاح المعدنية فى العظام .

إن كل التغيرات السابقة قد تؤدى بهذا الشكل أو ذاك إلى زيادة حاجة الأعضاء للفيتامينات (وخاصة فيتامين C) بسبب عمليات التدريب . كما ان التدريب يؤدى أيضاً إلى زيادة الوزن حيث تتم هذه الزيادة على حساب الشحوم المخزونة . كما أن زيادة الوزن هو كبر حجم العضلات نتيجة للتدريب .

النظام العصبى المركزى :

إن التجارب التى أجريت على الحيوانات تبين أن التدريب يؤدى إلى زيادة الخاصية التنظيمية (البفر Buffer) فى أنسجة المخ (كتلك التى ذكرناها فى الدم ، من حيث مقاومة الحموضة والقلوية الزائدة والمحافظة على مستوى من الحامضية PH ثابتاً نسبياً) ، كما يؤدى التدريب إلى زيادة نشاط مختلف الأنزيمات ، وخاصة نشاط أنزيمات الأكسدة .

ونتيجة لذلك فستبقى كمية المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة ، فى المخ ، ثابتة تقريباً ومحافظة على مستواها الطبيعى لمدة طويلة .

وهذا له أهمية بالغة فى المحافظة على قيام الجهاز العصبى المركزى بأداء الوظائف الاعتيادية بصورة طبيعية ، وتجنب حالة الإعياء ، عند النشاط العضلى العنيف .

مقارنة بين قدرة الأشخاص المدربين وقدرة الأشخاص غير المدربين على إنجاز شغل من وجهة النظر الكيمياوية :

لقد سبق وأن بيّنا أن التدريب الرياضى يؤدى إلى زيادة قدرة الأعضاء ، كما يؤدى إلى تكيفها وملاءمتها للجهد البدنى .

والآن نريد معرفة الاختلاف فى التغيرات البايوكيميائية ، وبالتالى المقدرة على إنجاز شغل من قبل الأشخاص غير المدربين . قبل كل شئ سنقسم الإنجاز إلى نوعين :

- **إنجاز قياسى :** وهو إنجاز شغل خفيف أو متوسط العنف مقنن تقنيناً مضبوطاً للأشخاص المدربين وغير المدربين .
- **الحد الأعلى للإنجاز :** والمقصود به هنا هو الأشغال العنيفة والشبه عنيفة ، أو الأشغال والتمارين التى تتميز بأقصى تحمل.

١) التغيرات البايوكيميائية التى تحصل عند الإنجازات القياسية :

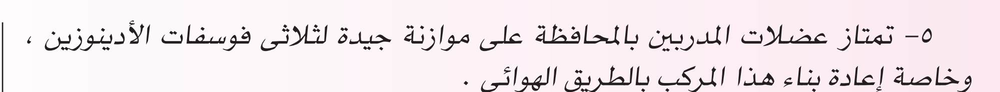
بسبب التغيرات التى حصلت للعضلة المدربة والتى أدت إلى ملاءمتها الوظيفية ، واكتسابها صفات مميزة خاصة ، فإن إجراء أو أداء شغل قياسى يؤدى إلى تبدلات بايوكيميائية فى أعضاء الأشخاص المدربين تختلف عن تلك التى تحصل عند الأشخاص غير المدربين . ويمكن أن نجمل هذه الاختلافات بما يلى :

١- إن استهلاك الهيدروكاربونات فى العضلة المدربة - عند إنجاز شغل قياسى - يكون أكثر اقتصادية ، كما أن مستوى السكر فى الدم يكون أكثر ثباتاً عند الأشخاص المدربين عما عند الأشخاص غير المدربين ، عند إنجاز هذا الشغل .

٢- كما أن انخفاض نسبة الأوكسجين وارتفاع نسبة ثانى أوكسيد الكاربون فى الجسم يكون أقل عند الأشخاص المدربين مما عند الأشخاص غير المدربين .

٣- التغير فى الخاصية التنظيمية (بفر Buffer) للدم يكون أقل عند الأشخاص المدربين.

٤- فترة التجديد (إعادة البناء) تكون عند المدربين - بعد إنجاز العمل - أسرع وأقصر مما عند الأشخاص غير المدربين .



٥- تمتاز عضلات المدربين بالمحافظة على موازنة جيدة لثلاثى فوسفات الأدينوزين ، وخاصة إعادة بناء هذا المركب بالطريق الهوائى .

من كل ذلك يتضح أن قدرة إنجاز الرياضى هى أعلى من قدرة الشخص غير المدرب . وأن أداء الأشغال والتمارين المعتدلة والمتوسطة من قبل الرياضى تتم بدون حصول تغيرات بايوكيميائية كبيرة .

٢) انجاز الحد الأقصى :

إن متطلبات الأعمال والتمارين العنيفة تختلف عن تلك الأعمال المعتدلة ، وبالتالى فهى تؤدى إلى تغيرات بايوكيميائية مختلفة أيضاً . ويمكن إجمال الاختلاف فى التغيرات البايوكيميائية التي تحصل عند الأشخاص المدربين عن تلك التى تحصل عند الأشخاص غير المدربين بما يلى :

١- لا يمكن للشخص غير المدرب أداء تمارين تتميز بالعنف الشديد أو تستمر لمدة طويلة (إنجاز الحد الأقصى) لأن أعضاء الأشخاص المدربين تكون لها القابلية على أخذ أقصى الكميات من الأوكسجين ، وهذا ضرورى عند القيام بأداء التمارين العنيفة بسبب زيادة الحاجة للأوكسجين .

٢ – تتميز حالة الإنجاز القصوى (أداء تمارين عنيفة أو تحمل كبير) بأنها تكون مصحوبة بارتفاع نسبة حامض اللبنيك فى الدم وهذا دليل على حصول عمليات كيمياوية لاهوائية (anaeeob) إضافة إلى العمليات الهوائية التأكسدية .

٣ – وبالفعل فإن أداء التمارين العنيفة يسبب نقصاً فى كمية الأوكسجين اللازمة . الأمر الذى يتطلب إعادة بناء ثلاثى فوسفات الأدينوزين بطريق لاهوائى . وتكون إنجازات الحد الأعلى مصحوبة عادة بتحلل كلايكولى *Ghycolysis* شديد ، الأمر الذى يتطلب أن تكون الأعضاء مدربة تدريباً جيداً ومستعدة وظيفياً لذلك .

٤ – كما أن الأعضاء المدربة تستطيع استغلال احتياطيها من الطاقة ، عند أداء التمارين العنيفة ، أفضل بكثير من الأعضاء غير المدربة .

٥ – إن أعضاء الأشخاص المدربين تبقى محافظة على مستوى السكر فى الدم ، حتى عند أداء الأشغال العنيفة ، لفترة طويلة ، وهذا يؤدى إلى إدامة تمويل النظام العصبى المركزى والقلب ، والعضلات المدربة العاملة ، مما يزيد القدرة على الإنجاز والقابلية على التحمل .

٦ – كذلك يكون تجهيز المواد الغذائية (الكلايكوجين) من الكبد أسرع عند الأشخاص المدربين .

٧ – وبالإضافة إلى ما ورد فى النقطة الرابعة أعلاه ، فيمكن القول أن الأعضاء المدربة تدريباً جيداً تستطيع ، ليس فقط ، استغلال مصادر الطاقة استغلالاً اقتصادياً عند أداء التمارين العنيفة ، وإنما تكون أكثر استعداداً – إذا تطلبت الحالة – إلى استغلال الأكثر شدة لهذه المصادر ، كى تستطيع تحقيق إنجاز أعنف ولمدة أطول . أى تكون مستعدة وقادرة على استغلال أقصى حد من مصادر الطاقة بمجابهة الحالات التى تتطلب جهداً عنيفاً وتحملاً عالياً .

إن كل هذه التغيرات التى حصلت نتيجة للتدريب وطبعت الأعضاء المدربة بطابع مميز (والتي يمكن تلخيصها بزيادة كمية البروتين ، وزيادة القابلية على سرعة تحويل الطاقة الكيميائية إلى ميكانيكية، وزيادة القابلية على بناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة ، وزيادة القدرة الكامنة للعضلات ، وزيادة قابلية الأعضاء في المحافظة على حالتها الطبيعية عند أداء فعاليات عنيفة) يمكن أن نطلق عليه : الملاءمة (أو التكيف) Adaptation البايوكيميائية للأعضاء لأداء نشاط عضلي عنيف أو نشاط ذي تحمل.

لقد أجريت الكثير من التجارب على حيوانات مدربة وأخرى غير مدربة لغرض معرفة تأثير التدريب في العضلات، وعلى التغيرات البايوكيميائية التي تحدث في العضلة نتيجة لإنجاز أشغال أو تمارين ذات إجهادات مختلفة.

ففي الجدولين رقم (١٣ و ١٤) يظهر الاختلاف في التغيرات البايوكيميائية في العضلة وفي الدم لحيوانات مدربة وأخرى غير مدربة عند تعريضها لإجهادات بدنية مختلفة ، وهذه الإجهادات تكون على أربعة أنواع هي :

أولاً : شغل يدوم لفترة قصيرة ، ولكن يكاد يكون في أقصى حالات الشدة، بحيث أنه يؤدي إلى تعب شديد عند الحيوانات غير المدربة ، وقد اختيرت تجربة القفز خلال حلقة، ١٠٠ قفزة بالدقيقة من على بعد ٨٠ سم ولمدة خمس دقائق.

ثانيًا : عمل عنيف – أطول من الأول – وقد اختيرت تجربة سباحة لمدة ١٥ دقيقة في ماء درجة حرارته – ٣٥° م.

ثالثا : عمل ذو تحمل كبير – سباحة ٦٠ دقيقة.

رابعا : عمل تحمل بالنسبة للحيوانات غير المدربة يكاد يكون غير ممكن – سباحة ١٠ ساعات.



جدول رقم (١٣)

التغيرات البايوكيميائية في عضلات الحيوانات المدربة وغير المدربة
عند تعرضها لمختلف أنواع الإجهاد

التغير البايوكيميائي	أنواع الإجهاد والمجاميع الحيوانية			
	القفز في الحلقة	السباحة ١٥	السباحة ٦٠	السباحة ١٠
	٥ دقائق	دقيقة	مدرب	ساعات
	غير مدرب	غير مدرب	غير مدرب	غير مدرب
	مدرب	مدرب	مدرب	مدرب
كمية ATP (ملغم ٪)	١٧,٣ – ٢٠,٩	– ١٣,٣ – ٨,٨	– ٦,٩ – ١٩,١	– ١٩,١ – ١٦,٤
كمية ATP =	+ ٢,٨ + ٥,٢	+ ٣,٣ + ٥,١	+ ٣,٩ + ٦,٤	+ ٢٢,١ + ٥
كمية فوسفات الكرياتين =	+ ٣١,٥ – ٣٣,١	– ١٧,١ – ٥,٩	– ١٠ – ٣,٢	– ٣٥ – ٣١,٣
كمية الكلايكوجين ملغم ٪	– ١٥٠ – ١٢٧	– ٢١١ – ١٥٤	– ٢٨٢ – ١٨٢	= ٤٥٠ – ٤٢٨
كمية اللاكتات ملغم ٪	+ ١٩١ + ١٨٢	+ ١٥٩ + ٣٦	+ ١١٢ + ٢١	+ ٤٢ + ١٢

النتائـــج:

يظهر من الجدول رقم (١٣) المعطيات التالية:

١- أن تناقص كمية ثلاثي فوسفات الأدينوزين في الحيوانات المدربة أقل مما في الحيوانات غير المدربة.

٢- وأن كمية ثنائي فوسفات الأدينوزين تكون أعلى عند الحيوانات المدربة مما عند الحيوانات غير المدربة.

٣- كما ان استهلاك الكلايكوجين في كل أنواع الإجهاد يكون أقل عند الحيوانات المدربة.

٤- تناقص كمية فوسفات الكرياتين في كل التمارين - عدا التمرين الأول - في العضلة المدربة أقل مما في العضلة غير المدربة.

٥- أما كمية اللاكتات فزيادتها في الحيوانات المدربة أقل مما في الحيوانات غير المدربة.

فالتجربة تؤيد إذن ما ذهبنا إليه، بأن التغيرات الكيميائية في العضلات المدربة يكون أقل مما في العضلات غير المدربة عند إنجاز شغل معين.

جدول رقم (١٤)

التغيرات البايوكيميائية في دم هذه الحيوانات
عند تعرضها لنفس الإجهادات السابقة

التغير البايوكيميائي	أنواع الإجهاد والمجاميع الحيوانية							
	القفز في الحلقة ٥ دقائق		السباحة ١٥ دقيقة		السباحة ٦٠ مدرب		السباحة ١٠ ساعات	
	غير مدرب	مدرب	غير مدرب	مدرب	غير مدرب	مدرب	غير مدرب	مدرب
كمية الكلوكوز ملغم ٪	+٤٠	+٥٣	+٥٦	+٢٢	-١١	+١٦	-٣٦	-٢١
كمية الحوامض الشحمية	-	-	-٠,١٠٧	-٠,١١٥	+٠,٥١٣	+٠,١	+٠,٥٤٧	+٠,٧٣
الحرة ملغم ٪								
كمية اللاكتات ملغم ٪	+٨٦	+١٠٠	+٧٦	+٤٥	+٤١	+٢٨	+١٨	+٨
كمية الأجسام الكيتونية	-	-	+٠,١	+٠,٣٨	+٠,٤٣	+١,٤٥	+٢,٨٣	+٥,٨٢

أما الجدول رقم (١٤) فيبين التغيرات الكيميائية التي تحصل في الدم نتيجة نفس التمارين المذكورة سابقاً.

وكما هو واضح في الجدول ، فإن التغيرات البايوكيميائية في الدم تسير بشكل مطابق للتغيرات التي تحصل في العضلة. ويمكن ملاحظة ما يلي من الجدول رقم (١٤) .

١- تركيز اللاكتات يتصاعد في دم الحيوانات المدربة عند القفز بصورة كبيرة ، أما عند السباحة - ولكل الأنواع المذكورة - فزيادة اللاكتات تكون أقل مما عند الحيوانات غير المدربة، وهذا دليل على الاستعداد الجيد عند الحيوانات المدربة لاستخدام الطرق اللاهوائية والهوائية في الوقت المناسب.

٢- أما كمية السكر والأجسام الكيتونية في الدم فتكون أكثر ثباتاً عند الحيوانات المدربة، حيث تزداد الأجسام الكيتونية زيادة كبيرة في دم الحيوانات المدربة عند زيادة المطاولة.

الفصل السابع

تحليل استهلاك الطاقة
في ظروف المحيط الخارجي
(المرتفعات)

بدون شك تكون الظروف المناخية في المرتفعات والجبال مختلفة عن تلك الظروف التي تسود عند مستوى سطح البحر.

إن هذه الاختلافات تؤدي إلى اختلاف في التغيرات البايوكيميائية في أعضاء الرياضيين، الذين ليسوا من سكان المناطق الجبلية، عند إجرائهم للتدريبات الرياضية في المناطق المرتفعة.

سنحاول في هذا الفصل - وبشكل موجز جدًا - وصف أهم الخصائص المناخية في المرتفعات وتأثيرها على التغيرات البايوكيميائية، كما سنعرض أيضاً - وبشكل موجز - إمكانيات التأقلم لمثل هذه الظروف ، ليس بالنسبة للسكان الجبليين الذين يعيشون في مناطق غير مرتفعة عن مستوى سطح البحر.

تتميز الظروف المناخية في المرتفعات بنقص كمية الأوكسجين وانخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين في الهواء.

وعلى هذا فكلما يزداد الارتفاع عن مستوى سطح البحر يزداد انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين من جهة ، ويتناقص إشباع هيموكلوبين الدم بالأوكسجين من جهة أخرى ، ويصبح هذا التناقص شديداً عندما يزداد الارتفاع إلى أكثر من ٤٠٠٠ م ، ويزداد شدة في ارتفاع ٦٠٠٠ م أو أكثر.

إن هذه التغيرات والنقص الذي يحصل للأوكسجين على مثل هذه المرتفعات يؤدي إلى زيادة شدة الطرق اللاهوائية في عمليات الأيض حتى في طور الراحة.

لقد لوحظ أنه على الرغم (عند المكوث مدة ٤٠ يوما) من عدم حصول ارتفاع في مستوى اللاكتات في الدم على ارتفاع ٢٥٠٠ م من سطح البحر. إلا أن المكوث يؤدي إلى زيادة إفراز نواتج الأيض (الميتابوليزم) غير تامة التأكسد في البول بنسبة ٢٠ ٪.

إن نسبة حامض اللبنيك (اللاكتيك) في الدم للشخص الذي يعيش في المناطق المستوية تتراوح عادة بين ١١ – ١٥ ملغم ٪ وتزداد هذه النسبة حتى تصل إلى ٣٠ – ٤٠ ملغم ٪ في مناطق ارتفاع ٤٠٠٠ – ٤٥٠٠ م عن سطح البحر. حتى لو كان هذا الشخص في طور الراحة – أي بدون ممارسة تمارين رياضية – إن هذا الارتفاع في نسبة حامض اللبنيك سببه نقص كمية الأوكسجين وشدة عمليات الأيض (الميتابوليزم) بالطرق اللاهوائية في مثل هذه المرتفعات.

وبالطبع فممارسة أي نشاط يتطلب جهداً سيؤدي إلى زيادة في نقص الأوكسجين وزيادة في شدة العمليات البايوكيميائية التي تجري بالطرق اللاهوائية، وبالتالي زيادة في نسبة حامض اللبنيك في الدم.

إن هذه الزيادة تعتمد على نوع الإجهاد ، وبصورة عامة يمكن القول أن الإجهادات القياسية ذات الإنجاز المتوسط تؤدي – في مناطق على ارتفاع ٢٥٠٠ م من سطح البحر – إلى زيادة قليلة في الجزء اللاهوائي للتفاعلات ، قياساً بتلك التي تحصل في مناطق بمستوى سطح البحر (وبالطبع تزداد هذه التغيرات بزيادة الارتفاع). كما أن نسبة المواد الأولية التي تستخدم لهذه العمليات – في ظروف الجبال والمرتفعات – ولكن درجة تشبع الهيموكلوبين بالأوكسجين هي التي تكون منخفضة.

أما أداء الأعمال العنيفة المجهدة – تحت هذه الظروف – فتؤدي عادة إلى ارتفاع كبير في كمية لاكتات الدم ، ولهذا السبب فالإنجازات التي يمكن تحقيقها عند التدريب أو السباق – من حيث السعة والشدة – في مناطق بمستوى سطح البحر، سيكون الحصول عليها محدود جداً في المناطق المرتفعة.

ولهذا فمن الضروري أن يؤدي التدريب في المناطق الجبلية المتوسطة الارتفاع إلى التأقلم، وإلى الزيادة التدريجية في حجم وشدة الإجهاد. كما ينبغي أن يجري التدريب في البداية على إجهادات خفيفة (كالركض، أو التسلق البسيط، والأعمال البدنية غير العنيفة) ، ومن ثم زيادة هذه الإجهادات ولكن لفترات قصيرة ، وأخيراً زيادة الإجهاد وشدته حتي يصل إلى مستوى الإجهادات العنيفة.

كذلك ينبغي أن نأخذ بنظر الاعتبار، كون التمارين الرياضية تختلف عن بعضها البعض من حيث سهولة أو صعوبة أدائها في المناطق الجبلية المتوسطة الارتفاع.

أما شدة التغيرات البايوكيميائية التي تحصل في الأعضاء تحت مثل هذه الظروف، فتختلف باختلاف شدة الإجهاد والتحمل.

فمثلاً تكون الاختلافات في التغيرات البايوكيميائية في الأعضاء عند أداء إجهادات عنيفة تستمر لفترة قصيرة – في ظروف هذه المرتفعات نسبة إلى أدائها في مناطق بمستوى سطح البحر – أقل من تلك التغيرات التي تحصل عند أداء إجهادات شبه عنيفة ولكن تستمر لفترة طويلة.

أما سرعة التأقلم على أداء التدريبات في المناطق الجبلية المتوسطة الارتفاع ، فيعتمد على عوامل كثيرة منها شروط التدريب ومستواه، وعدد المرات التي يتواجد فيها الرياضي في هذه المناطق.

وأسرع الرياضيين تأقلماً، هم أولئك الذين كانت تدريباتهم الغالبة في مناطق بمستوى سطح البحر من نوع الإجهادات شبه العنيفة.

وبصورة عامة .. فمتوسط المدة الزمنية اللازمة للتأقلم هي من ٨ إلى ١٢ يوماً، والحد الأدنى يكون عادة للرياضيين المدربين تدريباً جيداً.

أما التواجد في المناطق الشاهقة الارتفاع ٤٠٠٠ م وأكثر – فيمتاز بحصول التغيرات التالية:

- حصول نقص كبير في درجة تشبع هيموكلوبين الدم بالأوكسجين ، وخاصة عند القيام بإجهادات بدنية ، حيث تنقص درجة التشبع هذه على ارتفاع ٤٠٠٠ م مثلاً ما مقداره ٢٠ – ٣٠ ٪ ، وقد يصل النقصان إلى ٤٠ ٪ ، وعلى ارتفاع ٦٠٠٠ م قد يصل إلى ٦٧ ٪ (أي درجة التشبع تصبح ٣٣ ٪ فقط مما كانت عليه في الأصل وعند مستوى سطح البحر).
- كما أن كمية اللاكتات في الدم ترتفع إلى ٣٠ – ٤٠ ملغم ٪ في حالة الراحة عند ارتفاع ٤٠٠٠ م ، بعدما كانت ١١ – ١٥ ملغم ٪ عند مستوى سطح البحر.
- تزداد كمية المواد البروتينية والحوامض الأمينية وكمية الأمونيا في الدم.
- تزداد كمية الكاربوهيدرات اللازمة لتجهيز الطاقة لغرض إنجاز الشغل حتى لو كان هذا الشغل يتطلب جهداً خفيفاً.
- تتناقص الاستفادة من عمليات أيض اللبيدات بصورة ملموسة ، وذلك لأن الأيض (الميتابوليزم) التام للبيدات يحتاج إلى كمية كافية من الأوكسجين (لاحظ النقطة الثالثة).
- كما أن قابلية العضلات على الاحتفاظ بالحوامض الشحمية تتناقص هي الأخرى.
- يزداد الجزء النسبي للطرق اللاهوائية (التحلل الكلايكولي) في عمليات إعادة بناء ثلاثي فوسفات الأدنوزين بشكل كبير، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة كمية اللاكتات في الدم.
- يزداد مقدار نقص الأوكسجين اللازم – عند ارتفاع ٤٠٠٠ م – وخاصة عند أداء عمل معين ، إن هذا النقص – عند هذه الارتفاعات – يكون أكبر بمقدار ٤٠ ٪ من النقص الذي يحصل نتيجة أداء العمل في مناطق بمستوى سطح البحر.

- تمارين السرعة التي تستمر لفترة قصيرة - كما في ركض ١٠٠ م - يكون أداؤها سهلاً نسبياً على مثل هذه المرتفعات ، ولكن التمارين التي تحتاج تحمل مثل الهرولة لمسافة ٥ كلم ، أو تمارين السرعة والقوة مثل القفز ، فيكون أداؤها سيئاً وصعباً في هذه المناطق المرتفعة ، كما أن أداءها يقود إلى تغيرات بايوكيميائية شديدة في الأعضاء.

وأسوأ ما يتحمله الجسم هو أداء التمارين شبه العنيفة مثل الركض ١٠٠٠م بزمن ٤ دقائق و ١٧ ثانية (عند هذه المناطق المرتفعة طبعاً) ، حيث أن مثل هذه التمارين تحتاج إلى الحصول على الحد الأعلى من الأوكسجين الذي تكون كميته محدودة عادة على ارتفاعات ٣٥٠٠ - ٤٠٠٠ م.

- في المناطق المرتفعة تضعف قابلية الجسم على العمل ، وتتناقص هذه القابلية كلما ازداد الارتفاع ، فهو على ارتفاع ٢٥٠٠ م مثلاً يكون الإنجاز مرة ونصف أكبر من الإنجاز الذي عليه من أداء نفس الشغل على ارتفاع ٥٧٩٠م (هملايا).

إن هذه التغيرات التي تحصل بسبب الظروف الخاصة في المرتفعات والمناطق الجبلية، يجب أخذها بنظر الاعتبار عند ممارسة رياضة تسلق الجبال بكافة أنواعها وأشكالها، فهذه الرياضة تحتاج عادة إلى مستوى عالٍ من التدريب كما تحتاج إلى أقلمة جيدة بمستوى رفيع.

الباب الخامس

التصنيف الفسلجي

والمواصفات العامة للتمارين الرياضية

٤١٣ ـــ ٤٤٨

الفصل الأول

التصنيف الفسلجي للتمارين البدنية

المقدمة

في النشاط اليومي .. وفي الحياة اليومية وفي الإنتاج وخلال التدريب يمارس الإنسان النشاطات الحركية المختلفة، فمن وجهة النظر الفسلجية : أن التمرين هو جملة النشاطات الحركية (الحركات) المرتبطة مع بعضها بصورة مستمرة، والموجهة نحو بلوغ هدف معين.

وفي التمرين الرياضي التنافسي تكون جملة النشاطات الحركية موجهة نحو بلوغ النتيجة القصوى الممكنة (كما في القفز العالي، رمي الرمح، الركض و السباحة).

هناك عدد كبير من التمارين البدنية التي تستوجب التصنيف ، ويوحد التصنيف الفسلجي التمارين البدنية في مجاميع ذات مواصفات وظيفية متشابهة ، وهي تلك التمارين التي يمكن أن تستخدم أنظمة متشابهة ووسائل وطرق التدريب الرياضي بدرجة محدودة من أجل الأداء الناجح من جهة ، وتتوحد في مجموعة واحدة التمارين البدنية التي يمكن أن تستخدم ضمن حدود معقولة في نظام التدريب الرياضي من أجل رفع الإمكانيات الوظيفية للأعضاء الفسلجية والأنظمة والآليات لنفس الصنف البدني من جهة أخرى ، حيث أن بالإمكان رفع الإمكانيات للجهاز القلبي الوعائي والتنفس بنجاح ، والتي تحدد مستوى تطور المطاولة بدرجة كبيرة ، وتشمل هذه التمارين البدنية المختلفة لمجموعة واحدة : الركض الطويل ، ركوب الدراجات ، السباحة والركض على الثلج .

التصنيف الفسلجي العام للتمارين البدنية

يمكن أن يجري التصنيف الفسلجي العام للتمارين البدنية في الغالب على أساس إفراز ثلاث مواصفات أساسية لفعالية العضلات التي تنفذ التمارين المناسبة :

١- حجم المادة العضلية الفعالة .

٢- نوع التقلصات العضلية (استاتيكية، أو ديناميكية) .

٣- قوة أو قدرة التقلصات .

التمارين المحلية والموضعية والشاملة :

تصنف جميع التمارين البدنية تبعاً لحجم المادة العضلية الفعالة إلى محلية وموضعية وشاملة.

وتنسب التمارين التي تشارك في تنفيذها أقل من ١/٣ الكتلة العضلية الإجمالية في الجسم (رمي الرمح ، رمي من المسدس ، تمارين الجمناستك) إلى مجموعة التمارين المحلية.

وأخيراً تنسب التمارين التي تشارك في تنفيذها بصورة فعالة ما يزيد عن ١/٢ كتلة الجسم العضلية الإجمالية (الركض ، الجذف ، ركوب الدراجة ، وغيرها) إلى التمارين الشاملة، وتجدر الإشارة إلى أن غالبية التمارين الرياضية تنتمي إلى مجموعة التمارين الشاملة.

التمارين الستاتيكية والديناميكية :

يمكن تقسيم جميع التمارين الرياضية تبعاً لنوع تقلص العضلات الأساسية، التي تؤدي التمرين القائم ، إلى ستاتيكية وديناميكية.

وتشمل التمارين الستاتيكية مثلاً، الاحتفاظ بالوضع المركز خلال الثبات كالوقوف على اليدين (عند لاعبي الجمباز) وفي لحظة الإطلاق (عند الرامي).

أما أغلب التمارين البدنية فيمكن أن تكون تمارين ديناميكية، وهذا هو حال جميع أنواع الحركات (كالسير ، الركض ، السباحة...).

تمارين القوة ، والقوة المميزة بالسرعة ، وتمارين المطاولة :

عند تصنيف التمارين البدنية للمجاميع العضلية حسب قوة التقلص يجب حساب علاقتين :

« قوة - سرعة » و « قوة - مطاولة ».

للتقلصات العضلية، فوفقاً لعلاقة « قوة - سرعة ».

وعند التقلص الديناميكي تتناسب القوة الظاهرة من جديد مع سرعة قصر العضلات (سرعة حركة الحلقة المتنقلة من الجسم).

فكلما كانت هذه السرعة أكبر كلما كانت القوة الظاهرة أقل ، وهناك صيغة لهذه العلاقة: كلما كانت الحمولة الخارجية أكبر (المقاومة، الكتلة) كلما كانت سرعة تقلص (الحركة) أقل، وكلما كانت القوة الظاهرة أكبر وبالعكس، كلما كانت الحمولة الخارجية أقل ، كلما كانت سرعة الحركة أكبر وكانت القوة العضلية الظاهرة أقل.

إن علاقة « القوة - المطاولة » التقلصات العضلية يعبر عنها كالآتي:

كلما كانت قوة (أو قدرة) تقلصات العضلات أكبر كلما كانت مطاولتها القصوى أقصر، ويكون ذلك مصنفاً بالنسبة للعمل المحلي الموضعي الستاتيكي، والديناميكي وكذلك بالنسبة للعمل الشامل.

التي تظهر في نظام ستاتيكي أو ديناميكي التي يمكن عدها من مجاميع القوى للحركات الصغيرة (بمقاومة خارجية كبيرة، وكتلة).

ومن ضمن مجاميع القوة - السرعة (القدرة) تلك التمارين الديناميكية التي تظهر فيها العضلات الأساسية قوة وسرعة كبيرتين نسبياً وفي نفس الوقت أي قدرة كبيرة، ويتم بلوغ القدرة القصوى لتقلص العضلات في ظروف فعالية الوحدات القصوى خلال سرعة التصغير ما يقارب ٣٠٪ من القصوى بالنسبة للعضلة المتوترة ، ويتم تنمية القوة القصوى للعضلات عند مقاومة خارجية (ثقل) يشكل ٣٠ - ٥٠٪ من قوتها القصوى (الستاتيكية)، وتكون مطاولة التمارين المحدودة ذات القدرة العالية لتقلصات العضلات ضمن حدود (٣ - ٥ ثانية) - حوالي (١ - ٢) دقيقة.

وفي العلاقة التي تعاكس قدرة التقلصات العضلية (الأحمال) تلعب القدرة دوراً مهماً في تمارين (القوة - السرعة).

أما تمارين المطاولة فهي تلك التمارين التي عند تنفيذها تنمي العضلات القيادية تقلصات غير كبيرة من جهة القوة والسرعة ، ولكنها قادرة علي تثبيتها أو تكرارها على طول الزمن. ومن بضع دقائق إلى عدة ساعات (في علاقة معاكسة للقوة أو قدرة التقلصات العضلية).

وتعد المطاولة أيضاً - نوعاً بدنياً قيادياً بالنسبة لتمارين هذه المجموعة.

ويمكن تقسيم جميع التمارين البدنية إلى ثلاث مجاميع حسب قوة وقدرة التقلصات العضلية الظاهرة ومطاولة العمل المحدودة المرتبطة بها. وهذه المجاميع هي:

القوة ، القوة - السرعة (القدرة) ، والمطاولة.



إن التمارين المرتبطة بالشدة المحدودة أو شبه المحدودة للعضلات الأساسية هي :

مواصفات الطاقة للتمارين البدنية :

تعتبر قيمة الطاقة من أهم المواصفات في التمارين ، ومن أجل تحديد هذه القيمة للتمرين البدني يستخدم مؤشرات قوة الطاقة وصرف الطاقة الإجمالي (العام).

القدرة الطاقية هي معدل كمية الطاقة المصروفة خلال وحدة الزمن عند أداء التمرين القائم ، وتقاس عادة بوحدات فيزيائية، واط، كسعرة/دقيقة.

كيلو جول في الدقيقة، وكذلك في (الفسلجة) سرعة استهلاك الأوكسجين (مل/دقيقة) أو في MET , ax (البدل الميثابولي ب م). أي كمية الأوكسجين المستهلك في الدقيقة الواحدة مقسوماً لكيلوغرام واحد من كتلة الجسم في حالة السكون التام في وضع الاستلقاء، يعادل (١) ب م ٣,٥ مل/كيلوغرام. (دقيقة).

الصرف الطاقي الإجمالي العام :

هو كمية الطاقة المصروفة خلال مدة أداء التمرين بكامله ، ويمكن أن يحدد الصرف الطاقى الإجمالي (قيمة تمرين الطاقة العامة) كحاصل ضرب القدرة النشطة المتوسطة في مدة أداء التمرين، وأثناء الركض لا يعتمد الصرف الطاقي الإجمالي (ومن أجل التغلب على المسافة المتساوية في حدود معينة) على سرعة التنقل ، بل أنه عند مضاعفة السرعة (قدرة الطاقة) يقل زمن التغلب على المسافة القائمة وبالعكس عند خفض السرعة يزداد الزمن ، لذا يكون حاصل ضرب قدرة الطاقة في الزمن، أي يبقي صرف الطاقة العام كمية ثابتة، وتكون القيمة الطاقية العامة للتغلب على نفس المسافة أعلى عند الركض مما عليه عند السير.

وتصرف أثناء السير لقطع مسافة كيلومتر واحد كمية من الطاقة يبلغ معدلها ٠,٧٢ كسعرة/كغم من كتلة الجسم عند النساء ، و ٠,٦٨ كسعرة/ كيلوغرام من كتلة الجسم عند الرجال ، أما خلال الركض فيبلغ هذا المعدل (١,٠٨) كسعرة / كغم و (٠,٩٨) كسعرة/كيلوغرام من كتلة الجسم على التوالي ، وتقسم التمارين البدنية عادة إلى خفيفة، معتدلة، متوسطة، وشديدة جدًا (جدول رقم ١) حسب مؤشرات القدرة النشطة.

عند تقويم شد التمرين حسب المؤشرات النشطة يجب حساب صنف آخر من العوامل وهي: صفة العمل المنفذ (ستاتيكية أو ديناميكية) وكتلة المادة العضلية الفعالة (نوع التمرين محلي أو محدود، موضعي أو شامل).

وقياسات أو كتلة الجسم، والعمر والجنس ودرجة تدريب الشخص (القابلية البدنية) الذي يؤدي التمرين القائم والحالة الخارجية لأداء التمرين القائم.

وهكذا، هو الحال عند تنفيذ عمل محلي شديد يمكن أن يستمر لعشرات من الثواني فقط، فعندما لا تتعدي سرعة صرف الجسم للطاقة (١,٢) كسعرة/د. ، كما في (جدول رقم ٢) .

إن مثل هذه السرعة لصرف الطاقة، تعتبر معتدلة بالنسبة للعمل الموضعي الذي يمكن أن يستمر لعشرات من الدقائق وتكون (أي السرعة في صرف الطاقة) خفيفة جداً بالنسبة للعمل الشامل (السير البطيء على منطقة مستوية) ، حيث يمكن أن يستمر لعدة أيام على التوالي، فالعمل المحلي والشديد جداً بالنسبة للنساء في عمر (٥٠-٥٩) سنة مع صرف الطاقة لأكثر من (٥,٥) كسعرة/د. ، والذي يمكن أن يستمر عشرات من الدقائق يكون معتدلاً بالنسبة للرجال من (٢٠-٢٩) سنة ويمكن أن ينفذ خلال عدة ساعات، انظر الجدول رقم (١).

جدول رقم (١)

تقسيم التمارين البدنية حسب صرفيات الطاقة (كسعرة/دقيقة)
عند الرجال والنساء بأعمار مختلفة

الجنس والعمر	التمـــــارين			
	خفيفة	متوسطة	شديدة	شديدة جدًا
الرجال:				
٢٠ – ٢٩	٤,٢	٤,٣ – ٨,٣	٨,٤ – ١٢,٥	١٢,٥ <
٣٠ – ٣٩	٣,٩	٤,٠ – ٧,٨	٧,٩ – ١١,٧	١١,٧٠ <
٤٠ – ٤٩	٣,٧	٣,٨ – ٧,١	٧,٢ – ١٠,٧	١٠,٧ <
٥٠ – ٥٩	٣,٢	٣,٣ – ٦,٣	٦,٤ – ٩,٥	٩,٥ <
٦٠ – ٦٩	٢,٥	٢,٦ – ٥,٠	٥,١ – ٧,٥	٧,٥ <
النساء:				
٢٠ – ٢٩	٣,٢	٣,٣ – ٥,١	٥,٢ – ٧,٠	٧,٠ <
٣٠ – ٣٩	٢,٩	٣,٠ – ٤,٢	٤,٣ – ٦,٥	٦,٥ <
٤٠ – ٤٩	٤,٧	٢,٨ – ٤,٠	٤,١ – ٦,٠	٦,٠ <
٥٠ – ٥٩	٢,٢	٢,٣ – ٣,٨	٣,٩ – ٥,٥	٥,٥ <
٦٠ – ٦٩	١,٩	٢,٠ – ٣,٥	٣,٦ – ٥,٠	٥,٠ <

جدول رقم (٢)

تصنيف شدة التمارين المحلية، والموضعية والشاملة حسب صرفيات الطاقة (سعرة/د.)

نوع العمل	التمـــــارين		
	خفيفة	متوسطة	شديدة
١- محلية باليد	٠,٣-٠,٦	٠,٦-٠,٩	٠,٩-١,٢
٢- موضعية			
٣- بيد واحدة	٠,٧-١,٢	١,٢-١,٧	١,٧-٢,٢
٤- بكلتا اليدين	١,٥-٢,٠	٢,٠-٢,٥	٢,٥-٣,٠
٥- شاملة	٢,٥-٤,٠	٤,٠-١٠,٠	١٠,٠-١٥,٠

وعند التقويم الطاقي لشدة التمارين هناك فرق في القيمة الطاقية بين الأشخاص غير المتدربين والرياضيين من ذوي التدريب العالي ، فالرياضيون ذوو التدريب العالي يكونون مؤهلين لأداء أحمال بمثل هذه الصرفيات في الطاقة والتي لا يستطيع الأشخاص غير المتدربين بلوغها، وفي غالبية أنواع الرياضة تزداد شدة التمارين البدنية عند الرياضيين حسب المؤشرات للطاقة (وغيرها) ، والأحمال الشديدة أو حتى الشديدة جداً بالنسبة للأشخاص غير المتدربين تكون صعبة المنال بالنسبة لهم (جدول رقم ٣).

ومن وجهة النظر الفسلجية تتغير شدة التمرين البدني نفسه بشدة، تبعاً لظروف تنفيذه (كالجبال مثلاً) ، أو عند درجة حرارة مرتفعة في الهواء الرطب ، حتى وإن بقيت قيمته الطاقية كاملة تقريباً ، كما هو الحال في الظروف الاعتيادية.

جدول رقم (٣)

القيمة الطاقية لمختلف أنواع النشاط الرياضي (عن معلومات ي. م. بيرنوفيتش . ن. باى فولكوف وآخرون)

نوع النشاط		القيمة الطاقية كسعرة/دقيقة	نوع النشاط	القيمة الطاقية كسعرة/دقيقة
السكون	الاستلقاء	١,٥	**الركض على الجليد** ٤م/ ثا	١٠
	الجلوس	١,٦	٨م/ ثا	١٥
	الوقوف	١,٧	٨م/ ثا	٢٥
السير	٣كم/ ساعة	٢		
	٥كم/ ساعة	٤	**ركوب الدراجات** ٩كم/ ساعة	٥
	٧ كم/ ساعة	٧	١٥ كم/ ثا ساعة	٧
	*		٢٠ كم/ ثا ساعة	١٠
الركض	٨كم/ ساعة	٩	أكثر من ٣٠كم/ ساعة	٢٠
	** ١٨كم/ ساعة (٥م/ ثا)	٢٥		
	*** ٢٣كم/ ساعة (٦,٣م/ ثا)	٤٠		
	**** ٢٦كم/ ساعة (٧,٢م/ ثا)	٦٠	**الجمناستك** تقويس الجذع	٤
	***** ٣٢كم/ ساعة (٨,٨م/ ثا)	١٠٠	الدوران على العارضة	٤
السباحة			الوثب	٧
فراشة	٠,٩م/ ثا	١٤	الرقص	٣-٨
	١,٥ م/ ثا	١٢٥	**الكرة الطائرة**	٣
على الظهر	٠,٦م/ ثا	١٠	التنفس الفردي	٨
	١,٢ م/ ثا	٧٠	الزوجي	٥
	١,٥ م/ ثا	١٣٥	**المصارعة**	١٤
	٠,٨م/ ثا	٢٠	**رياضة كرة القدم**	١٠-١٥
	١,١ م/ ثا	٥٠	**وكرة السلة واليد**	
	١,٢م/ ثا	٨٠		
السير على الثلج	١٣كم/ ساعة	٢٠		

* تتناسب مع سرعة الركض *Tpycgon* .

** تتناسب مع سرعة الركض الماراثون بنتيجة ٢ساعة، ٢٠ دقيقة .

*** تتناسب مع سرعة الركض ١٠ ألف متر بنتيجة ٢٨ دقيقة تقريبًا .

**** تتناسب مع سرعة الركض ١٥٠٠ متر بنتيجة ٣ دقائق و٤٠ ثا تقريبًا .

***** تتناسب مع سرعة الركض ٤٠٠م بنتيجة ٤٥ ثا .

وبهذا سيكون تقويم شدة التمرين حسب المقاييس الطاقية فقط غير كاف ؛ لذلك يعتمد الكثير عند تصنيفهم للتمارين البدنية ، صنفاً آخر من المؤشرات البدنية كما في (جدول رقم ٤) إلى جانب المواصفات الطاقية (المنسوبة إلى كتلة الجسم أو سطحه) كسرعة استهلاك الأوكسجين، وتردد التقلصات القلبية (ت، ت، ق) والتنفس الرئوي (ت ر) ودرجة حرارة الجسم ومعامل التنفس (م ت) وكمية الحامض اللبني وغيرها .

التصنيف الفسلجي للتمارين الرياضية

يمكن تقسيم جميع التمارين الرياضية إلى مجموعتين كبيرتين، تتميز الأولى بالأحمال البدنية الكبيرة جداً والتي تبدي طلبات كبيرة بشكل استثنائي من الأنظمة الفسلجية الرئيسية وتتطلب إظهاراً محدوداً لهذه الأنواع البدنية الحركية، مثل القوة، السرعة، أو المطاولة وتنتمي إلى مثل هذه التمارين جميع أنواع ألعاب الساحة والميدان، والسباحة، والركض على المزلجين، والجذف ، والألعاب المنظمة والمصارعة الفردية وغير ذلك.

وتمثل المجموعة الثانية التمارين التكنيكية الآتية:

رياضة السيارات ، الزوارق الشراعية ، القفز بالمظلات (البرشوت) وركوب الخيل، والطيران الشراعي وغيرها، إنّ تنقل الرياضي وهو ينفذ تمارين المجموعة الأولى المتعددة، يتحقق أساساً على حساب القوى الداخلية (العضلية) أما عند أداء التمارين التكنيكية فيحدث تنقل الرياضي بصورة الماكنة (رياضة السيارات) ، وقوى الجذب (كما في رياضة الهبوط بالمظلات) وقوى التيار الجوي (كما في رياضة الطيران الشراعي وغيره).

ويعتمد تحدد النجاح في أداء التمارين التكنيكية كثيراً على استعمال المعدات التكنيكية (في رياضة ركوب الخيل ، نوع الخيول) درجة السيطرة عليها، وتتطلب هذه التمارين الرياضية تطوراً استثنائياً كبيراً عند الرياضيين من ذوي الوظائف الفسلجية النفسية المتخصصة، الانتباه، وسرعة رد الفعل، والتناسق الرفيع للحركات وهكذا، وفي الوقت نفسه لا تقدم التمارين في أنواع الرياضة التكنيكية، كالمعتاد طلبات محدودة للأنظمة العضلية والنشطة والأنظمة الوظيفية وكذلك للصفات البدنية كالقوة والقدرة والمطاولة.

وتبعاً للمواصفات الحركية العامة للتمارين أي طبيعة سيرها، يمكن تقسيم تمارين المجموعة الأولى إلى التمارين الدورية واللادورية (*).

(*) تتضمن بعض أنواع الرياضة تمارين مختلفة دورية ولا دورية مثلاً : المصارعة المتعددة والمصارعة المزدوجة والمصارعة الخماسية الحديثة ، فلذلك يكون مفهوم « التمرين الرياضي التنافسي » ومفهوم « نوع الرياضة » أو « المسافة الرياضية » غير متطابق في كثير من الحالات.

ينتمي الركض والسير، والركض على الجليد والثلج والسباحة، والجذف وركوب الدراجات إلى التمارين الدورية ذي الصفة الحركية المحلية (المتغيرة) ويكون التكرار المتعدد لدورات الحركات ذات النوع الضخم مميزًا بالنسبة لهذه التمارين ، وعندها يكون الشكل العام للتحرك، وكذلك القدرة المتوسطة للعمل أو السرعة تنقل الرياضي (بالدراجة وبالزوارق) ضمن المسافة نسبياً دائماً .

وتشكل التمارين الدورية القصيرة جدًا (المسافة) وكذلك الجزء الأول لأي مسافة كانت أي فترة التعجيل التي تتغير خلالها سرعة التنقل بشكل كبير حالة استثنائية وبمعنى آخر فالتمارين الدورية هي تمارين التركيب والقدرة المستمرتين نسبيًا. وتنتمي التمارين التي تتغير عند أدائها وبشكل حاد، صفة الفعالية الحركية إلى التمارين اللادورية.

وتمثل تمارين هذا النوع جميع الألعاب المنظمة والمصارعات الفردية والرمي والقفز وتمارين الجمناستك والتزلج على الماء وتسلق الجبال والتزلج الفني على الجليد.

جدول رقم (٤)

تصنيف العمل البدني حسب المؤشرات الطاقية والفسلجية (عن بيانات الرجال غير المتدربين)

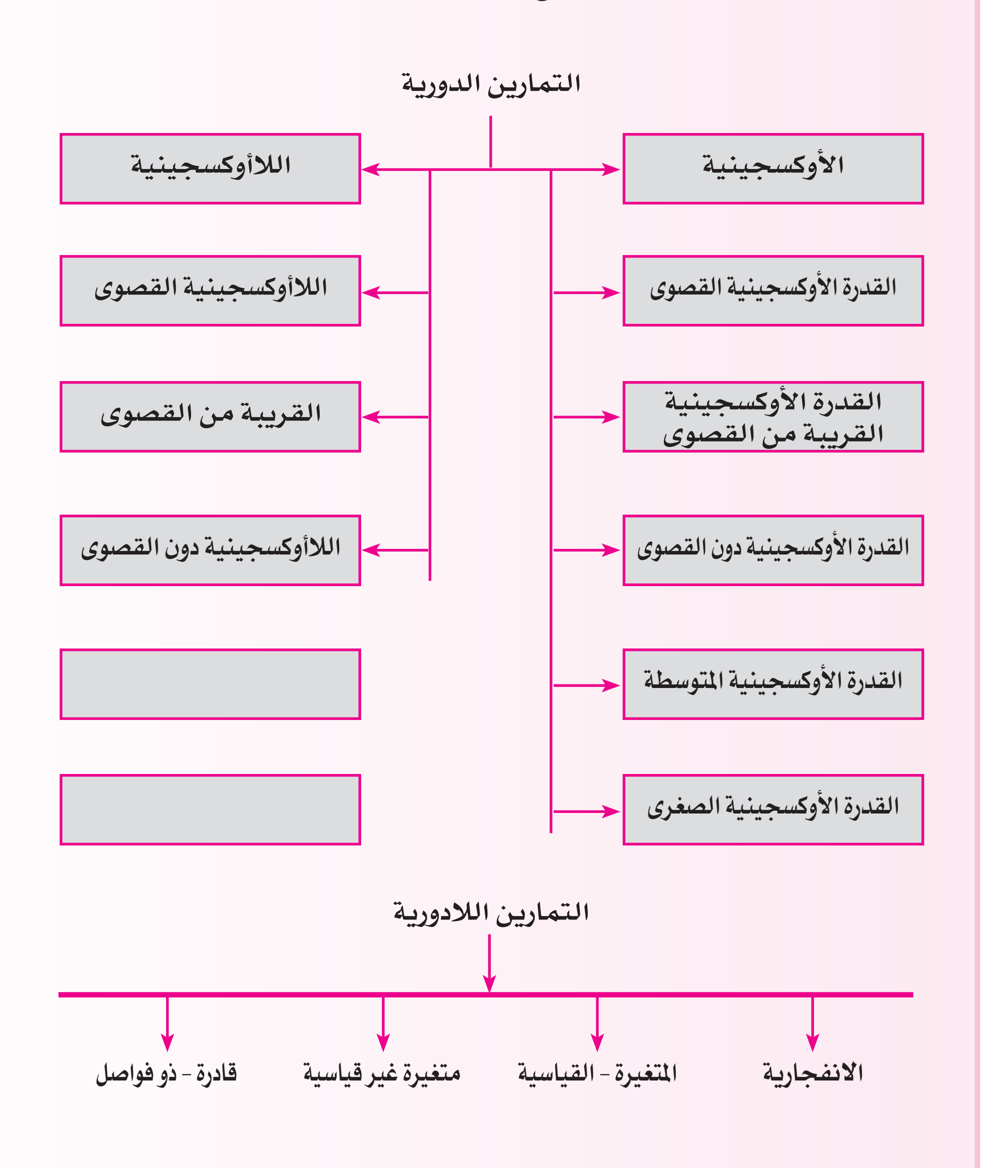
شدة العمل	القدرة الطاقية		المؤشـــــرات						اسيد الدم مل ٪	نـوع النشـاط (الزمن الأقصى للعمل)
	كسعرة * / دق	** MET	VO_2 مل/ كغم/ د	$/O_2$ لتر/ د	ت.ت.ت ض/ د	ت/ ل / دق	DK	درجة الحرارة		
السكون	١,٢	١	٣,٥	٠,٢٥	٧٠	٨	٠,٨٢	٣٧,٠	١٠–٢٠	
العمل الخفيف										
هادئ	٥,٥	٣,٠	١٠,٥	٠,٧٥	١٠٠	٢٠	٠,٨٥	٣٧,٠	١٠–٢٠	طويلا بلا حدود
معتدل	٧,٥	٦,٠	٢١,٠	١,٥	١٢٥	٣٥	٠,٨٥	٣٧,٥	٢٠	نشاط اعتيادي لغاية ٨/ س/ يوم
عمل متوسط مثالي	١٠	٨	٢٨	٢	١٤٠	٥٠	٠,٩٠	٣٨	٢٠–٣٠	نشاط مكثف لغاية ٨س/ يوم لبضع أسابيع
عمل شديد متوتر	١٢,٥	١٠	٣٥	٢,٥	١٦٠	٦٠	٠,٩٥	٣٨,٥	٤٠	ممارسة التدريب (ساعة، ساعتان في اليوم، ٣ مرات في الأسبوع)
عمل شديد جدًا (القيمة القصوى)	١٥	١٢	٤٢	٣,٠٠	١٨٠	٨٠	١,٠٠	٣٩,٠	٥٠–٦٠	تـدريب مكثـف (١–٢ سـاعـة) في اليوم
عمل ناضب	أكثر من ١٥,٠	أكثر من ١٢,٠	أكثر من ٤٢,٠	أكثر من ٣,٠	أكثر من ١٨٠	١٢٠	أكثر من ١,٠٠	أكثر من ٣٩	أكثر من ٦٠	تمارين مباريات (بضع دقائق)

* كسعرة/دق = ٤٢٦,٨٥ كغم. دق/دق = ١٩,٧٦٧ واط = ٤,١٨٦ كجول /دق.

** MET = ٣,٥ مل أوكسجين/كغم. دق = ٠,٠١٧٥ كسعرة/كغم = ٠,٠٧٣٢ كجول/كغم.

*** ل استهلاك الأوكسجين = ٥,٠٥ كسعرة = ٢١,٣٢٧ كجول.

أما بالنسبة للتمارين اللادورية فتكون التغيرات الحادة في القدرة مميزة حسب سير أدائها، ويكون ذلك ليس فقط بالنسبة لتمارين المنافسات بل أيضاً خلال تمارين الأحمال التدريبية (مثلاً الركض المتكرر للمقاطع بسرعات مختلفة).



وتشكل القدرة أهم المواصفات التصنيفية للتمارين، عدا التكنيكية وتجدر الإشارة إلى ضرورة الأخذ بالحسبان أن القدرة دائمية نسبيًا في التمارين الدورية لذا يمكن تصنيفها حسب القدرة المتوسطة للحمل ومدى امتداد المقاطع وزمن تنفيذها.

وتفرز خلال مدة أداء التمارين اللادورية فترات ذات (قدرة) عالية جدًا – الفترات القائمة – والتي تتناوب مع الفترات المتقطعة ذات (قدرة) غير عالية نسبيًا إلى فترة الاستراحة التامة، وبناءً على ما تقدم فإن تقييم قدرة فترات العمل الأساسية للتمارين اللادورية تكون غير واضحة أحيانًا، وذلك لأن المواصفات الفسلجية للتمارين اللادورية عند استخدام كل من هذه المؤشرات تكون مختلفة، حيث تقاس القدرة الميكانيكية أو البدنية للتمرين المنفذ – بالأحجام البدنية – بوحدات الواط، وكغم/دقيقة، فهي تحدد الأحمال البدنية وفي أغلب الحالات يكون من الصعب جدًا قياس القدرة البدنية بدقة، وفي التمارين الدورية تكون القدرة (الأحمال البدنية) وسرعة التنقل (التكنيك الثابت لأداء الحركات) مرتبطة بعلاقة خطية وهي: كلما كانت السرعة أكبر، كلما كانت الأحمال البدنية أعلى.

إن استجابة الجسم البدنية والفسلجية والنفسية للأحمال القائمة يسمح بتحديد القدرة الفسلجية للأحمال أو الأحمال الفسلجية لجسم الشخص الرياضي.

إن « للأحمال الفسلجية » أو « للقدرة الفسلجية » مفاهيم قريبة من مصطلح « ثقل العمل » إذ توجد لكل شخص عند أدائه علاقة مستقيمة في الأحمال البدنية، فمثلاً: كلما كانت السرعة للركض أعلى، كلما كانت الأحمال الفسلجية أكبر، ولكن الأحمال البدنية المتشابهة تستدعي ردودًا فسلجية غير متشابهة عند الأشخاص من أعمار وأجناس مختلفة وعند أشخاص يختلف استعدادهم الوظيفي (للتدريب) وكذلك عند نفس الشخص وفي ظروف مختلفة (مثلاً: عند درجة حرارة مرتفعة أو منخفضة أو عند خفض الجو).

ماعدا ذلك نلاحظ ردودًا فسلجية مختلفة وعند أحمال بدنية متشابهة من حيث القدرة التي تنفذ من قبل مجاميع عضلية مختلفة (الأيدي أو الأرجل) أو عند أوضاع مختلفة للجسم (الاستلقاء أو الوقوف) وعليه تكون الاستجابة عند الجدافين والسباحين أو العدائين الذين ينفذون عملاً متشابهًا من حيث القدرة البدنية (مع سرعة استهلاك الأوكسجين المتشابهة) مختلفة جدًا، وبالتالي لا يمكن استخدام مؤشرات القدرة البدنية للتمرين كمقياس للتصنيف الفسلجي لمختلف التمارين الرياضية المنفذة من قبل أشخاص من أعمار وأجناس مختلفة، وبقدرات غير متشابهة من حيث (التدريب) أو النفس الرياضي وفي مختلف الظروف . فلذلك تستخدم في الغالب مؤشرات القدرة الفسلجية أو الأحمال الفسلجية كعلاقة تصنيفية.

يكون أحد هذه المؤشرات هو الزمن المحدود لأداء التمرين القائم بالفعل : كلما كانت القدرة الفسلجية « شدة العمل » أكبر كلما كان الزمن المحدود لأداء العمل أقصر، وعند تحليل

العلاقة بين سرعة اجتياز مختلف المسافات والزمن المحدود « القياسي » استند ف. س. فارفيل إلى بيانات الأرقام القياسية العالمية ، وقسم منحني الأرقام القياسية إلى (٤) مناطق للقدرة النسبية، وتبدأ المنطقة الأولى من الاستمرارية المحددة للتمارين وتنتهي عند ٢٠ ثانية « منطقة القدرة القصوى » . أما المنطقة الثانية فتبدأ من ٢٠ ثانية وتنتهي عند ٣ - ٥ دقائق « منطقة القدرة دون القصوى » ، وتبدأ المنطقة الثالثة من ٣ - ٥ دقائق وتنتهي عند ٣٠ - ٤٠ دقيقة « منطقة القدرة الكبرى » وأخيرًا تبدأ المنطقة الرابعة من ٤٠ دقيقة « منطقة القدرة المتوسطة » . وقد حصل هذا التصنيف على انتشار واسع.

ويتركز الدخول في مواصفات القدرة الفسلجية في تحديد التغيرات الفسلجية النسبية وتعتمد صفة وقيمة الاستجابة للأفعال الفسلجية قبل كل شيء على الأحمال البدنية وعلى القدرات الوظيفية المحدودة للأنظمة الفسلجية القيادية (بالنسبة للتمرين القائم).

وعند أداء الأحمال البدنية المتساوية تكون قيمة الاستجابات (التغيرات الفسلجية) عند الأشخاص من ذوي القدرات الوظيفية العالية للأنظمة القيادية أقل، وبالتالي فإن الأحمال الفسلجية للأنظمة أو (وغيرها) لعموم الجسم ستكون هي الأخرى أقل نسبيًا مما هي عليه عند الأشخاص من ذوي القدرات المنخفضة، وستكون الأحمال المشابهة نسبيًا أصعب (أشد) بالنسبة لمجموعة الأشخاص الثابتة، وبالتالي سيكون الزمن المحدود لأدائها أقصر مما هى عليه في المجموعة الأولى ، وطبقًا لما تقدم تكون المجموعة الأولى من الأشخاص قادرة على أداء هذه الأحمال البدنية الكبيرة والتي تكون صعبة بالنسبة للمجموعة الثانية من الأشخاص.

ومثال على ذلك يقوم اثنان من الرياضيين بأداء الأحمال البدنية المطلقة نفسها مع نسبة عمل متشابه لاستهلاك الأوكسجين - ٣ ل /دقيقة.

ولكن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند أحد الرياضيين يعادل ٦ لتر/دقيقة وعند آخر (٤,٥) لتر/ دقيقة، فتكون الأحمال الفسلجية المطلقة لنظام نقل الأوكسجين غير متشابهة عند أولئك الرياضيين، وبما أن العمل المدني عند الرياضي الأول « يحمل » هذا النظام ٥٠٪ من قدراته المحدودة، وعند الثاني - ٧٥٪ فعندئذ يكون الحمل الفسلجي النسبي عند الأول أقل مما هو عليه عند الآخر.

وبهذا الشكل تستخدم مؤشرات القدرة الفسلجية للتصنيف الفسلجي للتمارين الرياضية:
الأحمال البدنية، الشدة الفسلجية، شدة العمل، وتستخدم التغيرات الفسلجية المطلقة والتي تظهر في الأنظمة الوظيفية القيادية كمؤشرات استجابة للأحمال القائمة والمنجزة في ظروف معينة للمحيط الخارجي.

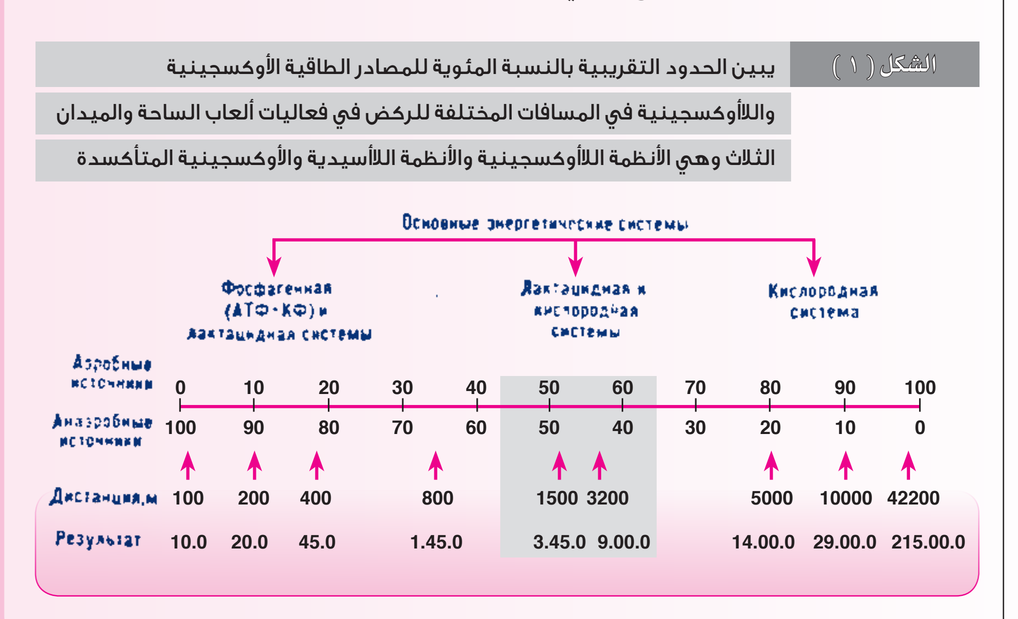
تصنيف التمارين الدورية

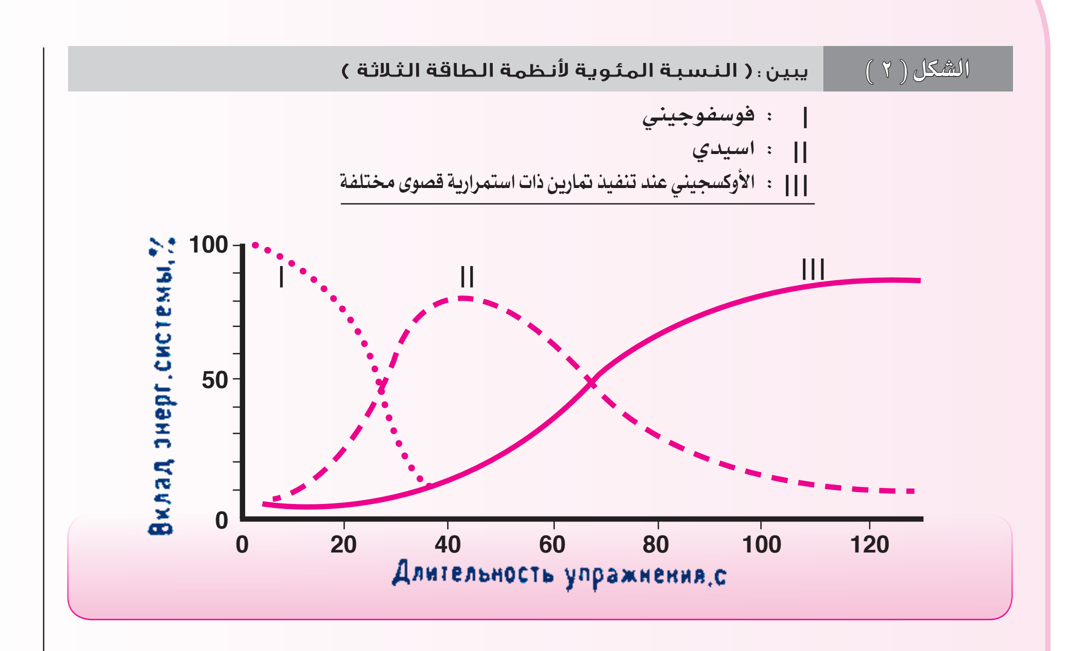
يتم تسديد طلبات الجسم (العضلات التي تعمل) من الطاقة وكما هو معروف بطريقتين:

اللاأسيدية والأسيدية: إن تناسب نواتج الطاقة في الطريقتين هذه مختلف في التمارين الدورية المختلفة (شكل ١) وعند تنفيذ أي تمرين تعمل الأنظمة النشطة، فلذلك يكون من الصعب إفراز المساهمة «الصافية» لكل من الأنظمة النشطة، وخاصة عند عمل استمرارية غير كبيرة نسبيًا، وفي هذه العلاقة كثيرًا ما يتم توحيد الأنظمة «المتجاورة» حسب القدرة النشطة لمنطقة النشاط بالنحو التالي: يوحد النظام الفوسفوجيني مع وجود حامض اللبنيك في الدم، ووجود حامض اللبنيك في الدم مع الأوكسجين يكون النظام الأول في هذا المجال وهو الذي تكون مشاركته النشطة أكبر.

ووفقًا للأحمال النسبية في الأنظمة اللاأوكسجينية والأوكسجينية النشطة يمكن تقسيم التمارين الدورية جميعها إلى تمارين لاأوكسجينية، وأوكسجينية، فالأولى تنفذ بامتلاك العنصر اللاأوكسجيني والثانية بالعنصر الأوكسجيني لنواتج الطاقة وتعمل القدرة (إمكانات القوة السريعة) كنوع قيادي عند أداء التمارين اللاأوكسجينية أما عند أداء التمارين الأوكسجينية فتعمل المطاولة كنوع قيادي.

الشكل (١) يبين الحدود التقريبية بالنسبة المئوية للمصادر الطاقية الأوكسجينية واللاأوكسجينية في المسافات المختلفة للركض في فعاليات ألعاب الساحة والميدان الثلاث وهي الأنظمة اللاأوكسجينية والأنظمة اللاأسيدية والأوكسجينية المتأكسدة





الشكل (٢) يبين : (النسبة المئوية لأنظمة الطاقة الثلاثة)

التمارين اللاأوكسجينية

تبرز ثلاث مجاميع من التمارين اللاأوكسجيية:

١- القدرة اللاأوكسجينية القصوى (القدرة اللاأوكسجينية).

٢- القدرة اللاأكسجينية القريبة من القصوى (المختلطة).

٣- القدرة اللاأوكسجينية دون القصوى (القدرة اللاأوكسجينية).

إن المواصفات النشطة لنواتج الطاقة للتمارين اللاأوكسجينية . يوضحها الجدول رقم (٥).

جدول رقم (٥)

يبين المواصفات الطاقية للتمارين اللاأوكسجينية الدورية

المجموعـة	المركب اللاأوكسجيني للتغذية بالطاقة٪ من مجموع التغذية بالطاقة العامة	تناسب ثلاثة أنظمة طاقية			القدرة القياسية كسعرة/ دقيقة	الاستمرارية القياسية القصوى عند العدو/ثانية
		الفوسفوجينية + اسيدية	اسيدية + أوكسجينية	أوكسجينية		
القدرة اللاأوكسجينية القصوى	٩٠ – ١٠٠	٩٥	٥	–	١٢٠	لحد ١٠
القدرة اللاأوكسجينية القريبة من القصوى	٧٥ – ٨٥	٧٠	٢٠	١٠	١٠٠	٢٠ – ٥٠
القدرة اللاأوكسيجينة دون القصوى	٦٠ – ٧٠	٢٥	٦٠	١٥	٤٠	٦٠ – ١٢٠

تمارين القدرة اللاأوكسجينية القصوى ـ القدة اللاأوكسجينية

وهي تمارين الطريقة اللاأوكجسينية والاستثنائية لتزويد العضلات العاملة بالطاقة: ويشكل العنصر اللاأوكسجيني في نواتج الطاقة العامة نسبة تتراوح بين ٩٠-١٠٠٪ فهو يتزود على حساب النظام الطاقي الفوسفوجيني بصورة رئيسية (ATP-CP) يشاركه بذلك نظام وجود حامض اللبنيك في الدم بدرجة قليلة.

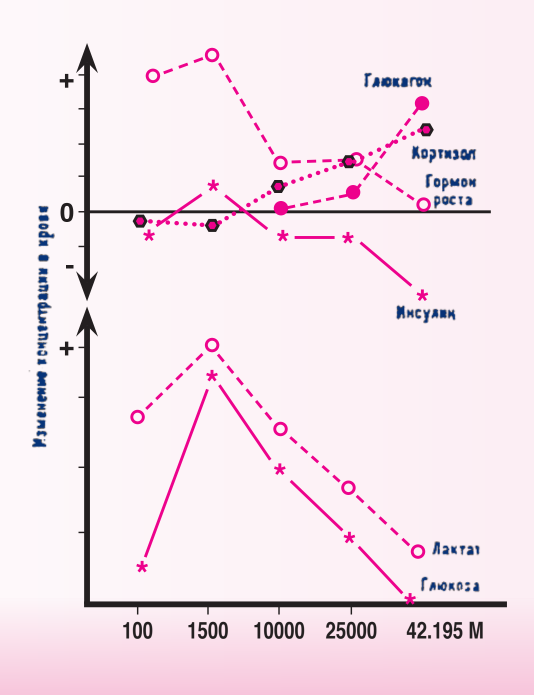
إن القدرة اللاأوكسجينية القصوى القياسية والتي تتضاعف أثناء الركض عن المستويات العليا للمسافات القصيرة يمكن أن تصل إلى ١٢٠ كسعرة/د أما الاستمرارية المحدودة الممكنة لهذه التمارين فتصل لبضع ثوان، وهكذا هو الحال في ركض مسافة ١٠٠م، وفي سباق الدراجات في الطريق الخارجي ، وفي السباحة لمسافة تصل إلى ٥٠م يحدث تحسين في نشاط الأنظمة الوظيفية أثناء سير العمل التدريجي، كما لا تستطيع الدورة الدموية ووظيفة التنفس أن تصلا إلى الحد الأقصى الممكن تسبب قصر مدة التمرين اللاأوكسجينية ويحدث فعلاً خلال مدى أداء التمرين اللاأوكسجيني القصوى أن يقطع الرياضي التنفس نهائيًا. أو قد يتمكن من أداء بعض الدورات التنفسية فقط حيث لا يتعدى معدل التنفس الرئوي ٢٠-٣٠٪ من الكمية القصوى، ويتضاعف تردد التقلصات القلبية قبل البداية إلى (١٤٠-١٥٠ ضربة في الدقيقة) وتستمر بالتنامي أثناء التمرين حتى يبلغ الحد الأعلى مباشرة بعد نهاية التمرين ٨٠ -٩٠ ٪ من القيمة القصوى (١٦٠-١٨٠ ضربة/دقيقة). حيث أن الأساس الطاقي لهذه التمارين الذي تشكله العمليات اللاأوكسجينية لتقوية فعالية

النظام القلبي التنفسي (نظام النقل الأوكسجيني). والذي لايشكل أهمية بالنسبة لتموين هذا التمرين بالطاقة.

يتغير تركيز الأسيد في الدم خلال وقت العمل بشكل غير كبير ولو أنه يمكن أن يصل في العضلات العاملة في نهاية العمل (١٠م. مول/كغم) فأكثر ويستمر التركيز الأسيدي في الدم بالنمو على امتداد عدة دقائق بعد انتهاء العمل ويشكل كحد أقصى (٥ - ٨ م. مول/ل) . (شكل ٣).

قبل أداء التمارين اللاأوكسجينية يتضاعف تركيز الكلوكوز بعض الشيء في الدم، وقبل البداية ونتيجة تنفيذ تلك التمارين يتضاعف الكاتيهولاتين (الأدرينالين) و(النورادينالين) بصورة ملحوظة جدًا في الدم إضافة إلى مضاعفة هرمون النمو، في حين يهبط تركيز الأنسولين بعض الشيء، أما تركيز الكلوكاجون والكورتيزول فلا تتغير بصورة ملحوظة (شكل ٣).

الشكل (٣) يبين تغير تركيز الهرمونات في بلازما الدم والاسيد وجلوكوز الدم خلال الركض في المسافات المختلفة



إن الأنظمة والآليات الفسلجية القيادية والتي تحدد النتائج الرياضية في هذه التمارين هي السيطرة العصبية – المركزية للنشاط العضلي « تناسق الحركات مع ظهور قدرة عضلية كبيرة » والخواص الوظيفية للجهاز العصبي – العضلي « القوى – السريعة » وسعة وقدرة نظام المكونات النشط للعضلات العاملة.

تمارين القدرة اللاأوكسجينية

القريبة من القيمة القصوى ـ القدرة اللاأوكسجينية المختلطة

وهي تمارين لتزويد العضلات العاملة بالطاقة اللاأوكسجينية بشكل أفضل ، ويشكل العنصر اللاأوكسجيني من نواتج الطاقة العامة نسبة ٧٥ – ٨٥ ٪ بدرجة ما على حساب المكونات الفوسفورية وبدرجة أكبر على حساب الأنظمة الاسيدية (الجليكولية) النشطة، وتوصل القدرة اللاأوكسجينية القريبة من القيمة القصوى في الركض ضمن (٥٠ – ١٠٠ كسعرة/ دقيقة).

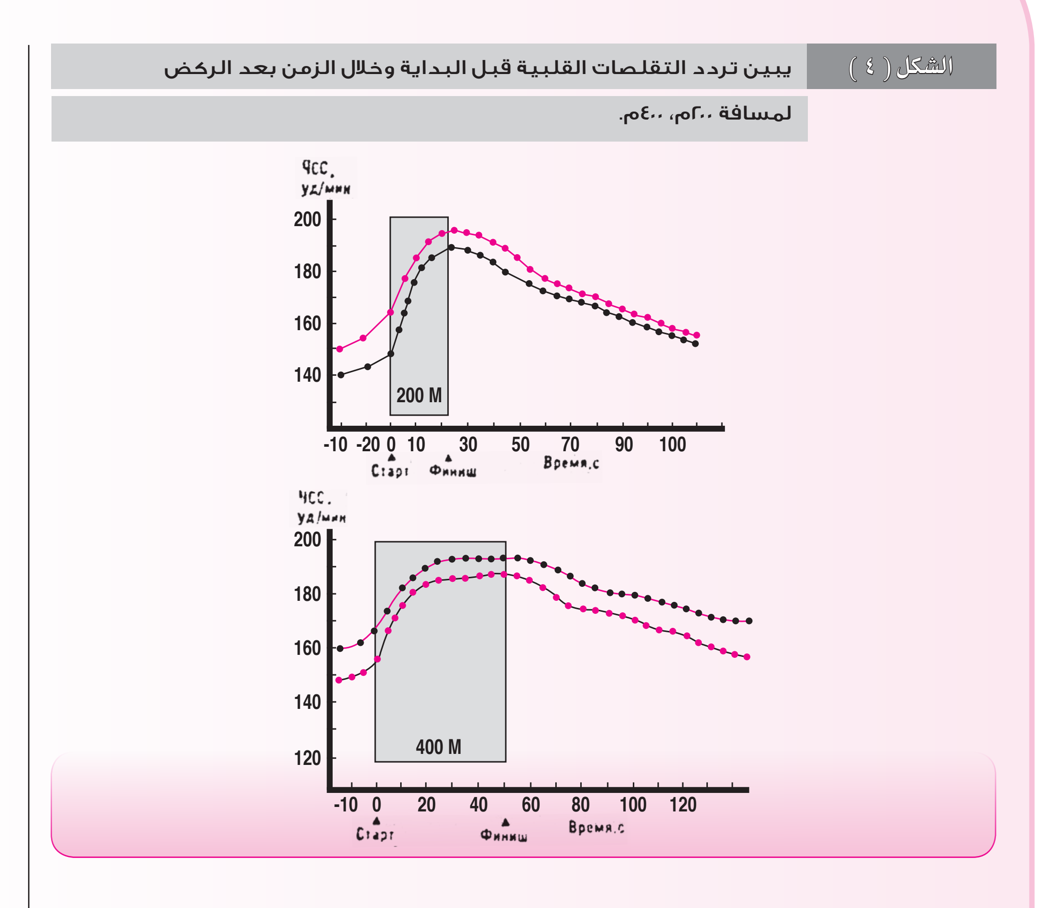
كما تتراوح الاستمرارية المحدودة الممكنة لهذه التمارين عند الرياضيين من المستويات العليا بين ٢٠، ٥٠ ثانية وينتمي الركض لمسافات ٢٠٠–٤٠٠م ، والسباحة لمسافات تصل إلى ١٠٠م والركض على الجليد ٥٠٠م إلى مجموعة هذه التمارين.

ومن أجل تزويد هذه التمارين بالطاقة تلعب تقوية النشاط الكبير لنظام نقل الأوكسجين دورًا فعالاًمحدودًا ، فكلما كان الدور أكبر كلما كان التمرين أكثر استمرارية، إن ارتفاع تردد التقلصات القلبية قبيل الانطلاق كبيرًا جدًا (قد يصل إلى ١٥٠ – ١٦٠ ضربة/د) كما يصل إلى كميات أكبر (٨٠ – ٩٠٪ في الحد الأقصى) بعد النهاية مباشرة في ركض ٢٠٠م وفي نهاية مسافة ركض ٤٠٠م (شكل ٤).

كما يتنامي التنفس الرئوي أثناء أداء التمرين بسرعة، بحيث يمكن أن يصل عند نهاية التمرين الذي سيستغرق فترة دقيقة واحدة إلى ٥٠ – ٦٠٪ من قيمة التنفس الأقصى لهذا الرياضي (٦٠–٨٠ لتر/دقيقة) وكذلك تتضاعف سرعة استهلاك الأوكسجين خلال الركض وفي نهاية سباق ٤٠٠م حيث يمكن أن تشكل نسبة ٧٠ – ٨٠٪ من قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

إن نسبة التركيز الأسيدي في الدم تكون عالية جدًا بعد تنفيذ التمرين ويمكن أن تساوي ١٥م. مول/ل عند الرياضيين الماهرين، وكلما كانت نسبة التركيز أعلى كلما كانت المسافة أكبر ومهارة الرياضي أعلى، ويكون تركيز الكلوكوز في الدم مرتفعًا قليلاً مقارنة بحالة السكون (١٠٠ – ١٢٠ ملغرام ٪) وتتشابه الانتقالات الهرمونية في الدم مع تلك الانتقالات التي تحدث عند أداء التمرين اللاأوكسجيني ذو القدرة القصوى.

الشكل (٤) يبين تردد التقلصات القلبية قبل البداية وخلال الزمن بعد الركض لمسافة ٢٠٠م، ٤٠٠م.



إن الأنظمة والآليات الفسلجية القيادية التي تحدد النتائج الرياضية في التمرين اللاأوكسجيني للقدرة القريبة من القصوى، هي نفس تلك الأنظمة التي في تمارين المجموعة السابقة، فيما عدا ذلك قدرة النظام الأسيدي (الجليكولي) النشط للعضلات العاملة.

التمارين اللاأوكسجينية للقدرة دون القصوى

ـ القدرة اللاأوكسجينية ـ الأوكسجينية

وهي تمارين تضم العنصر اللاأوكسجيني لتزويد العضلات العاملة بالطاقة وتصل نواتج الطاقة العامة للجسم إلى ٦٠-٧٠٪ ويتزود على حساب النظام الأسيدي (الجليكولي) النشط، ويتحمل النظام الأوكسجيني الفعال (المؤكسد الأوكسجيني) القسم الأكبر في تزويد هذه التمارين بالطاقة وتشكل القدرة القياسية في تمارين الركض كمية مقدارها ٤٠ كسعرة/ دقيقة تقريبًا، ومن الممكن أن تستغرق الاستمرارية المحدودة الممكنة لتمارين المسابقات عند

الرياضيين من المستويات العليا دقيقة أو دقيقتين، وينتمي إلى هذه المجموعة من التمارين ركض مسافة ٨٠٠م، وسباق مسافة ٢٠٠م، الركض على الجليد مسافة (١٠٠٠م) والدراجات مسافة (١) كم.

تكون القدرة الاستمرارية المحدودة لهذه التمارين بطريقة، بحيث تصبح مؤشرات فعالية منظومة نقل الأوكسجين (تردد التقلصات القلبية، والطرح القلبي، والتنفس الرئوي وسرعة استهلاك الأوكسجين) قريبة من الكميات القصوى عند هذا الرياضي أو ربما هذه الكميات عند أداء هذه التمارين، فكلما كانت حصة نواتج الطاقة الأوكسجينية عند أداء التمارين أكبر، وبعد تنفيذ هذه التمارين يسجل تركيزًا أسيديًا عاليًا جدًا في العضلات العاملة وفي الدم قد يصل إلى (٢٠ - ٢٥م. مول/ل) وتبعًا لذلك ينخفض (PH) الدم إلى ٠,٧٠ . وعادة ما يتضاعف تركز الجلوكوز في الدم بشكل واضح أن تصل قيمته إلى ١٥٠ ملغرام ٪، كما تكون نسبة هرمون النمو في بلازما الدم مرتفعة جدًا .

الآليات والأنظمة الفسلجية القيادية

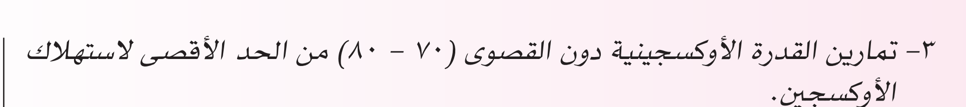
وهي سعة وقدرة الصفة الأسيدية (الجليكوزية) للجهاز العصبي العضلي وكذلك إمكانيات الجسم في نقل الأوكسجين (وخاصة جهاز القلب - الوعائي) وكذلك الإمكانيات الأوكسجينية (المؤكسدة) للعضلات العاملة، وبهذا الشكل تقدم تمارين هذه المجموعة مستلزمات للإمكانيات اللاأوكسجينية والأوكسجينية للرياضيين.

التمارين الأوكسجينية

إن قدرة الأحمال في هذه التمارين تتخذ شكلًا آخر بحيث يمكن أن يحدث تزويد العضلات العاملة بالطاقة (بصورة رئيسية أو استثنائية) على حساب العمليات المؤكسدة (الأوكسجينية) المرتبطة بالاستهلاك المستمر للجسم واستهلاك العضلات العاملة للأوكسجين، لذلك يمكن تقويم القدرة في هذه التمارين حسب مستوى (سرعة) استهلاك الأوكسجين خلال قطع المسافة، فلو تمت مقارنة استهلاك الأوكسجين أثناء قطع المسافات مع القدرة الأوكسجينية القصوى لهذا الشخص (أي كمية الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين له)، لا يمكن الحصول على تصور عن القدرة الفسلجية الأوكسجينية النسبية للتمرين الذي قام بتنفيذه ، لذلك يتم إفراز خمسة مجاميع من بين التمارين الأوكسجينية الدورية:

١- تمارين القدرة الأوكسجينية القصوى (٩٥ - ١٠٠٪) من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

٢- تمارين القدرة الأوكسجينية القريبة من الحدود القصوى (٨٥ - ٩٠٪) من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.



٣- تمارين القدرة الأوكسجينية دون القصوى (٧٠ - ٨٠) من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

٤- تمارين القدرة الأوكسجينية المتوسطة (٥٥ - ٦٥٪) من الحد الأقصى.

٥- تمارين القدرة الأوكسجينية الصغيرة (٥٠٪) من الحد الأقصى.

ويوضح الجدول (٦) المواصفات الطاقية العامة الأوكسجينية الدورية.

جدول رقم (٦)

يوضح المواصفات الطاقية للتمارين الدورية الأوكسجينية الرياضية

مجموعة	استهلاك الأوكسجين في المسافات٪ من مجموع س ع ك	تناسب ثلاثة أنظمة طاقية			طاقة رئيسية	القدرة القياسية كسعرة/د	الاستمرارية القياسية بالدقيقة
		فوسفوجينية + اسيدية	اسيدية + أوكسيجينية	أوكسيجينية			
القدرة الأوكسجينية	٩٥-١٠٠	٢٠٪	٥٥-٤٠٪	٢٥-٤٠٪	الجليوكوجين العضلي	٢٥	٣-١٠
القريبة من القصوى	٨٥-٩٠٪	١٠-٥٪	١٥-٢٠٪	٧٠-٨٠٪	الجليوكوجين العضلي/ شحوم جلوكوز الدم	٢٠	١٠-٣٠
دون القصوى	٧٠-٨٠٪	-	٥٪	٩٥٪	الجليوكوجين العضلي/ شحوم وجلوكوز الدم	١٧	٣٠-١٢٠
المتوسطة	٥٥-٦٠٪	-	٢٪	٩٨٪	شحوم الجليوكوجين العضلي وكلوكوز الدم	١٤	١٢٠-١٤٠
الصغرى	٥٠٪ من دون	-	-	١٠٠٪	شحوم الجليوكوجين العضلي وكلوكوز الدم	١٢ من دون	٤٠ ق

تعمل القدرات الوظيفية لنظام نقل الأوكسجين وقدرات العضلات العاملة الأوكسجينية كآليات وأنظمة فسلجية وقيادية وتحدد مدى نجاح أداء التمارين الأوكسجينية الدورية، وتنخفض حصة العنصر اللاأوكسجيني (الجليكوزي) في نواتج الطاقة حسب درجة انخفاض قدرة هذه التمارين (زيادة الاستمرارية المحدودة) ، ووفقًا لذلك ينخفض التركيز الأسيدي في الدم وينمو تركيز الجلوكوز في الدم (درجة فرط سكر الدم) وفي التمارين التي تستغرق عشرات من الدقائق (شكل ٦) ويمكن أن يؤشر انخفاض في تركيز الجلوكوز في الدم (هبوط سكر الدم في نهاية هذه التمارين).

تمارين القدرة الأوكسجينية القصوى

باستغلال الأوكسجين في قطع المسافات (٩٥-١٠٠٪) من س ع ل (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الشخصية) وهي التمارين التي تشكل نسبة العنصر الأوكسجيني في نواتج الطاقة فيها من ٦٠-٧٠ ٪ ولكن المشاركة الفعالة للعمليات اللاأوكسجينية (وخاصة الجلوكوزية) تكون مشاركة كبيرة جدًا ويعمل الجليكوجين العضلي الذي ينشطر بالطريقة الأوكسجينية أو اللاأوكسجينية (لصاحب الحالة الأخيرة بروز كمية كبيرة من الحامض اللبني) والذي يعد مصدر أساسي وفعال عند أداء هذه التمارين، إن المدة المحدودة لمثل هذه التمارين تتراوح بين ٣-١٠ دقائق ، ومن التمارين التي تنتمي إلى هذه المجموعة من التمارين يمكن ذكر الآتي : الركض لمسافة ١٥٠٠م ، ٣٠٠٠م ، الركض على الجليد ٣٠٠٠م، ٥٠٠٠م ، والسباحة لمسافة ٤٠٠م ، ٨٠٠م ، سباحة الدراجات ٤كم.

تبلغ (ت ت ق) تردد التقلصات القلبية القصوى للشخص المتمرن، وحجم الدم الانقباضي للطرح القلبي، و(ت ر) التنفس الرئوي القائمة والسرعة القصوى لاستهلاك الأوكسجين (س ع ل) بعد بداية التمارين بـ ١,٥ – ٢ دقيقة ، ويستمر تزايد التنفس الرئوي وتركيز الأسيد في الدم حسب درجة طول التمرين ، فإما تثبيت مؤشرات عمل القلب وسرعة استهلاك الأوكسجين بمستوى أقصى – في حالة التدريب العالي – أو تبدأ بالانخفاض قليلاً.

تمارين القدرة الأوكسجينية القريبة من القيمة القصوى

(يكون باستهلاك الأوكسجين عند قطع المسافات بنسبة ٨٥ – ٩٥ ٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الشخصي).

وهي التمارين التي عند أدائها يتكون ٩٠٪ من مجموع الإجمالي لنواتج الطاقة من خلال عمليات الأكسدة « الأوكسجينية » في العضلات العاملة وتستخدم الكربوهيدرات كمصدر للأكسدة أكثر من الدهون (معامل التنفس ١,٠ تقريبًا).

إن للجليوكوجين دورًا رئيسيًا في العضلات العاملة ، أما جلوكوز الدم فيلعب دورًا أقل أهمية (في الجزء الثاني من المسافة) وتصل مدة التمرين القياسية إلى ٣٠ دقيقة، وينتمي العدو على الأسكي لمسافة : ١٥كم وعلى الجليد لمسافة ١٠,٠٠٠م إلى هذه المجموعة ، وعند تنفيذ التمرين يشكل مستوى تردد التقلصات القلبية ٩٠ – ٩٥ ٪ ومستوى التنفس الرئوي ٨٥ – ٩٠ ٪ من حدودهما الشخصية القصوى ، كما يصل التركيز الأسيدي في الدم بعد التمرين عند الرياضيين من ذوي المهارات العالية ١٠م مول/ل تقريبًا، ويحدث عند أداء التمرين ارتفاع كبير في درجة حرارة الجسم ويمكن أن تصل إلى ٣٩ درجة سيليزيوسية.



تمارين القدرة الأوكسجينية دون القصوى

(باستهلاك الأوكسجين عند قطع المسافات ٧٠ - ٨٠ ٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الشخصي) .

وهي التمارين التي عند تنفيذها تبرز أكثر من ٩٠٪ من مجموع الطاقة كلها بالطريقة الأوكسجينية ، وتتعرض الكربوهيدرات للانشطار المؤكسد أكثر بقليل من الدهون (معامل التنفس ٠,٨٥-٠,٩٠ تقريبًا) ، ويعمل جليكوجين العضلات ودهون العضلات العاملة والدم وجلوكوز الدم (حسب درجة استمرارية العمل) كمصادر أساسية وفعالة ، وتصل مدة التمرين القياسية إلى ١٢٠ دقيقة ، ويدخل ضمن هذه المجموعة : الركض لمسافة ٣٠ كم فأكثر (متضمنًا ركض الماراثون) وسباق على الاسكي للتزلج لمسافة ٢٠ - ٥٠ كم والسير الرياضي مسافة ٢٠ كم.

عند تنفيذ التمرين يشكل مستوى تردد التقلصات القلبية ٨٠ - ٩٠ ٪ ، أما مستوى التنفس الرئوي فيشكل ٧٠ - ٨٠ ٪ من الحد الأقصى للرياضي الذي يقوم بالتمرين ، لا يتعدى تركيز الأسيد في الدم عادة ٤م. مول/ل ، فهو يزداد بشكل واضح في بداية الركض فقط، كما يمكن أن تصل درجة حرارة الجسم خلال فترة أداء هذه التمارين إلى ٣٩ - ٤٠ درجة سيليزيوسية .

تمارين القدرة الأوكسجينية المتوسطة

(تتميز باستهلاك الأوكسجين عند قطع المسافات ٥٥ - ٦٥ ٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الشخصي) .

وهي التمارين التي عند تنفيذها تزود طاقة العضلات العاملة كلها تقريبًا من خلال العمليات الأوكسجينية، وتعمل الدهون والعضلات العاملة والدم كمصدر أساسي وفعال، أما الكربوهيدرات فتلعب دورًا أقل نسبيًا (معامل التنفس ٠,٨ تقريبًا).

وتستمر مدة التمرين المحددة إلى عدة ساعات، ومن التمارين لهذه المجموعة يمكن ذكر: السير الرياضي لمسافة ٥٠ كم والتزلج لمسافة طويلة أكثر من ٥٠كم ، إن المؤشرات التنفسية القلبية لا تتجاوز ٦٠- ٧٠ ٪ من الحد الأقصى للرياضي ، وتتقارب مواصفات هذه التمارين وتمارين المجموعة السابقة كثيرًا .

تمارين القدرة الأوكسجينية الصغرى

(تتميز باستهلاك الأوكسجين عند قطع المسافات بنسبة ٥٠٪ فأقل من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين الشخصي) .

وهي التمارين التي عند تنفيذها يكون تزويد العضلات العاملة بالطاقة على حساب العمليات المؤكسدة التي تصرف الدهون فيها بصورة رئيسية، أما الكربوهيدرات فتصرف بدرجة أصغر (معامل التنفس أقل من ٠,٨) ويمكن أداء تمارين هذه القدرة الفسلجية النسبية لعدة ساعات ويتوافق ذلك مع الفعاليات اليومية للإنسان (السير) أو مع بعض تمارين نظام التدريب كمادة أو كعلاج مثلاً .

تصنيف التمارين اللادورية

يمكن تقسيم تمارين المسابقات اللادورية استنادًا لمواصفاتها الكيماتيكية والحركية إلى تمارين:

١- الانفجارية.

٢- التغيير النموذجي.

٣- التغيير غير النموذجي.

٤- المكررة بفترات.

التمارين الانفجارية

تنتمي تمارين الوثب والقذف إلى التمارين الانفجارية، وتتكون مجموعة تمارين الوثب من فعاليات ألعاب الساحة والميدان (الوثب الطويل، القفز العالي، القفزة الثلاثية، القفز بالزانة)، القفز بالزلاجات في المرتفعات والقفز في رياضة التزلج المائي ، والقفز إلى الماء ، والقفزات الجمناستيكية ، كما يتضمن القذف والرمي في الساحة والميدان: العريض والرمح والمطرقة والثقل ، وفي تمارين الأثقال يكمن القذف في فعاليتي النتر والرفع.

وتكمن الخاصية المميزة للتمارين الانفجارية في وجود جهد قصير المدي واحد ، أو جهد متعدد بقدرة كبيرة (الانفجار) التي تنقل سرعة كبيرة للجسم كله وتشترط الجهود العضلية الانفجارية هذه الآتي:

أ - مسافة القفزة لأبعد مسافة في الطول.

ب - أو أعلى ارتفاع في القفز.

جـ - طول مسار الطيران في الهواء الذي تنفذ فيه الحركات الصعبة (كالقفز إلى الماء) والقفزات الجمناستيكية.

د - المسافة القصوى كما في القذف والرمي.

وتتصف جميع التمارين الانفجارية بأن لها فترة محدودة تتراوح بين بضع ثوان وبضع عشرات الثانية، وتشكل الحركات الدورية (الانطلاق أو التعجيل) الجزء الأكبر من التمارين الانفجارية ، ويعتبر التمرين الانفجاري عند التنفيذ وحدة متكاملة.

التمارين المتغيرة ـ النموذجية

وهي تمارين المسابقات في الجمناستك الرياضي والفني (باستثناء القفزات) وفي التزلج الفني على الثلج والماء ، وفي السباحة التنسيقية ، فبالنسبة لهذه التمارين يكون الدخول في سلسلة مستمرة ونموذجية للفعاليات المختلفة (العناصر) الصعبة فكل واحدة منها هو عبارة

عن نشاط مكتمل ومستقل فلذلك يمكن أن يوضح على انفراد ويدخل كعنصر في مجموعة مختلفة « التمارين العامة » .

التمارين المتغيرة - غير النموذجية (الظرفية)

وتشمل هذه التمارين جميع الألعاب المنظمة والمصارعة الفردية ، بالإضافة إلى التزلج في المرتفعات المختلفة ، وتتعاقب طيلة فترة أداء هذه التمارين فترات بمواصفات وشدة مختلفة للأنشطة الحركية ، بدءًا من جهود قصوى ذات طبيعة انفجارية وتعجيل ووثب وضربات لغاية أحمال بدنية ذات شدة غير عالية نسبيًا لوحدة الاستراحة الكاملة (دقائق الاستراحة عند المصارعين والملاكمين، واستراحات في اللعب، وفترات الاستراحة بين الأشواط في الألعاب المنظمة.

وبناء على ذلك يمكن إفراز الفترات القائمة من التمارين المتغيرة « غير النموذجية » أي فترات النشاط « الفعالية » الحركي المشدود بشكل خاص ، والفترات العرضية أو فترات النشاط الحركي المشدود قليلاً.

تمارين الفواصل المتكررة

تشمل تمارين المسابقات ، وكذلك تمارين التدريبات العامة التي تتكون من مجموعة نموذجية من العناصر المختلفة أو المتشابهة التي تفصلها فترات الاستراحة الجزئية أو الكاملة، وعندها يمكن أن تكون هذه العناصر التي تدخل في هذه المجموعة تمارينًا دورية أو غير دورية من نوع واحد (من حيث الصفة أو الشدة) ، وهكذا يمكن أن تشمل تمارين الفواصل المتكررة تمرينًا تدريبيًا في الركض التكراري والسباحة بسرعة كبيرة لأجزاء محدودة من المسافات تتخللها فترات الاستراحة الجزئية أو الكاملة بالتعاقب ، وهذا مثال آخر رفع الأثقال لعدة مرات على التوالي.

فإذا كانت فترات العمل تتغير بفترات متقطعة للاستراحة التامة في وقت أداء التمارين التدريبية العامة (عرفت تلك التمارين بتمارين متغيرة متكررة) ، وتتميز هذه التمارين إلى أن زمن فترات العمل فيها والفواصل بينهما تكون متساوية تقريبًا ، أي أن الفواصل بينها - أي البرامج - أطول بعشرات المرات من التمارين نفسها .

أما إذا كانت فترات العمل تتغير بفترات متقطعة للاستراحة الجزئية عند أداء التمارين، أي بعمل ذو شدة أكثر انخفاضًا كالعدو ، فعندئذ ستعرف هذه التمارين بتمارين (الفواصل المتغيرة) وفي الحقيقة أن الغالبية العظمى لتمارين التدريب العامة وكذلك أي وحدة تدريبية بأكملها، يمكن أن تظهر كتمارين الفواصل المتكررة.

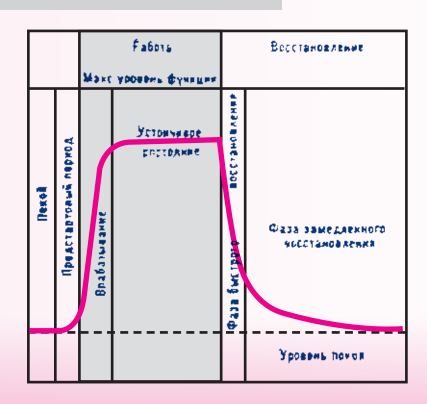
الفصل الثاني

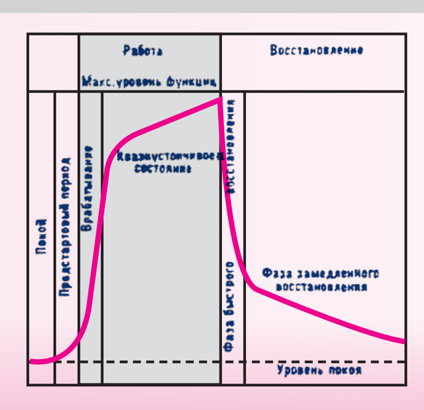
ديناميكية الحالة الفسلجية للجسم عند النشاط الرياضي

المقدمة

عند أداء التمرين التدريبي أو تمرين المنافسات يحدث تغيراً كبيراً في حالة الرياضي الوظيفية ، ومن الممكن إفراز ثلاث فترات أساسية في الديناميكية المستمرة لهذه التغيرات والفترات وهي فترة قبل الانطلاق ، والفترات الأساسية (العمل) وفترات الاستعادة (شكل ٥).

الشكل (٥) يبين ديناميكية، تغير الوظائف الفسلجية قبل البداية وخلال الوقت وبعد العمل القدرة الأوكسجينية المتوسطة (في اليمين) والقدرة القصوى (في اليسار)





تتصف الحالة ما قبل الانطلاق بالتغيرات الوظيفية، التي تسبق بدء العمل لأداء التمرين وفي فترة العمل يتم تمييز التغيرات الوظيفية السريعة في بداية هذه الفترة - أي حالة الإعداد - والحالة التي تليها وغير المتغيرة نسبيًا - المتغيرة ببطء - للوظائف الفسلجية الأساسية ، ويسمى ذلك بالحالة الثابتة ، وأثناء أداء التمرين يتنامي التعب الذي يظهر في انخفاض كفاءة الأداء، أي استحالة الاستمرار بالتمرين بالمستوى أو بالشدة المطلوبة أو ربما برفض كامل للاستمرارية.

إن استعادة الوظيفة لحد المستوى الابتدائي ومستوى قبل العمل، هي مؤشر لوصف حالة الجسم طيلة الفترة المحدودة بعد وقف التمرين وتتصف كل واحدة من الفترات المشار إليها في حالة الجسم بديناميكية فسلجية خاصة لوظائف الأنظمة والأعضاء المختلفة ، ولذلك الجسم بأكمله ، إن وجود هذه الفترات وخصوصيتها تتحد وقبل كل شيء بصفة وشدة واستمرارية التمرين المنجز وبظروف أدائه وكذلك بدرجة التدريب الرياضي.

الحالة قبيل الانطلاق والإحماء

يحدث عدد من المتغيرات في مختلف وظائف الجسم قبل البدء بأداء العمل العضلي وأثناء انتظاره، وتتركز أهمية هذه التغيرات في استعداد الجسم إلى الأداء الناجح للنشاط القائم.

الحالة قبل الانطلاق

يحدث تغير في الوظيفة قبل الانطلاق في فترة محدودة لعدة دقائق أو ساعات أو حتى أيام - إذا كان الحديث يجري حول سباق مهم - وكذلك قبيل البدء بالعمل العضلي، وفي بعض الأحيان يتم على حدة إفراز حالات الانطلاق المميزة ، بالنسبة للدقائق الأخيرة قبل الانطلاق - البدء بالعمل - الذي تكون التغيرات الوظيفية كبيرة بصورة خاصة ، فهي تنتقل مباشرة إلى طور التغيير الوظيفي السريع في بداية العمل (فترة الإعداد) ، وتحدث في حالة ما قبل الانطلاق أنواع مختلفة من إعادة البناء في أنظمة الجسم الوظيفية المختلفة ، وتتشابه غالبية إعادة البناء هذه مع تلك التي تحدث أثناء العمل ، يتكثف التنفس ويتعمق أي يتنامي النفس الرئوي ويصبح التبادل الغازي أقوي - استهلاك الأوكسجين - كما تتكثف وتقوي تقلصات القلب (ينمو الطرح القلبي) ويرتفع الضغط الشرياني (ض ش) ويتضاعف تركيز الحامض اللبني في العضلات وفي الدم وترتفع درجة الحرارة ، وهكذا وبهذه الصورة ينتقل الجسم إلى صورة مستوى العمل. تبدأ في النشاط ويساعد ذلك عادة في الأداء الناجح للعمل (ك. م. سميرنوف).

وتظهر التغيرات قبل الانطلاق كردود هرمونية وعصبية انعكاسية مشروطة كل حسب طبيعتها، وتلعب الردود الانفعالية دورًا مهمًا؛ لذلك تلاحظ تغيرات حادة في حالة الجسم

الوظيفية، قبل المسابقات الرياضية ، وإضافة لذلك كثيرًا ما تكون هناك درجة من العلاقة المستقيمة بين صفة التغيرات قبل الانطلاق وأهمية السباق بالنسبة للرياضي.

إن استهلاك الأوكسجين والتبادل الرئيسي للتنفس الرئوي قبل الانطلاق يمكن أن يزيد بمقدار (٢-٢,٥) مرة عن مستوى السكون الهادئ ، ويمكن أن يبلغ تردد التقلصات القلبية عند الانطلاق ١٦٠ ضربة/د عند رياضيي التزلج الجبلي، إن مستوى التغيرات وصفتها قبل الانطلاق كثيرًا ما يتوافق مع خصوصيات تلك التغيرات الوظيفية، التي تحدث خلال فترة أداء التمرين نفسه كلما كانت مسافة السباق أقصر، أي أن قيمة (ت ت ق) تردد التقلصات القلبية تصبح أثناء أداء التمرين أكبر، واستعدادًا للركض يزداد نسبيًا الحجم الانقباضي في المسافة المتوسطة أكثر مما عليه قبل ركض المسافات القصيرة (ك.م. سميرنوف) ، وبهذه الطريقة تكون تغيرات الوظائف الفسلجية قبل الانطلاق متخصصة بشكلٍ كافٍ ، ولو أنها معبرة بشكلٍ كمّيٍ أضعف بكثير من التي تحدث أثناء العمل.

تستطيع خصائص الحالة قبل الانطلاق تجديد كفاءة الأداء الرياضية ، إلا أنه يكون للتغيرات قبل الانطلاق تأثير إيجابي على النتيجة الرياضية في كل الأحوال وبناء على ذلك يتم إفراز أشكال لحالة ما قبل الانطلاق وهي: حالة الاستعداد : وتكمن في ظهور الاستثار الانفعالي المتوسط الذي يساعد على رفع النتيجة الرياضية ، وحالة ما يسمى بحمى الانطلاق وتشمل الاستثار الظاهر بحدة، والذي يتم تحت تأثيره الارتفاع والانخفاض في كفاءة الأداء الرياضي عملية ممكنة.

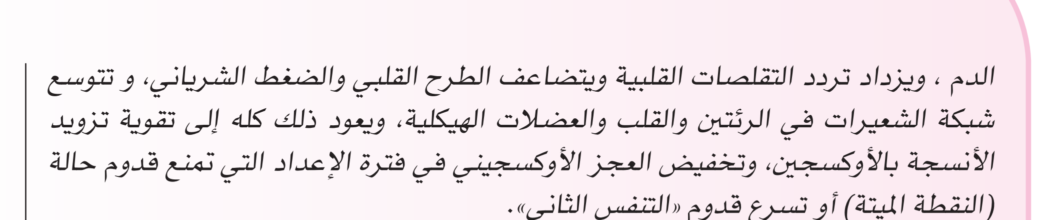
إن الاستثار قبل الانطلاق قوي جداً وطويل ويستبدل بالألم والاكتئاب - الخمول في الانطلاق - الذي يقود إلى خفض النتيجة الرياضية (أ، تس، بوني).

الإحماء

وهو أداء التمارين التي تسبق الاستعراض في المسابقات أو عند تنفيذ الجزء الأساسي من الوحدة التدريبية، ويساعد الإحماء في الاستعداد الأمثل لحالة ما قبل الانطلاق، ويسرع عمليات الإعداد، ويضاعف كفاءة الأداء، إن آليات تأثير عملية الإحماء الإيجابي تتضح في النشاط التنافسي أو التدريبي المقبل متعدد الأوجه:

١- أن الإحماء يضاعف استثار المراكز الحسية والحركية لقشرة أنصاف الكرات، للمراكز العصبية والوظيفية ويقوي نشاط الغدد الصماء مما يخلق شروطاً معينة لتعجيل عمليات السيطرة المثلي للوظيفة أثناء أداء التمارين اللاحقة.

٢- أن الإحماء يقوي نشاط جميع حلقات نظام النقل للأوكسجين (التنفس والدورة الدموية): يتضاعف التنفس الرئوي، كما تزداد سرعة انتشار الأوكسجين من الحويصلة إلى



الدم ، ويزداد تردد التقلصات القلبية ويتضاعف الطرح القلبي والضغط الشرياني، و تتوسع شبكة الشعيرات في الرئتين والقلب والعضلات الهيكلية، ويعود ذلك كله إلى تقوية تزويد الأنسجة بالأوكسجين، وتخفيض العجز الأوكسجيني في فترة الإعداد التي تمنع قدوم حالة (النقطة الميتة) أو تسرع قدوم «التنفس الثاني».

٣- يقوي الإحماء تدفق الدم الجلدي ويخفض حدود بداية إفراز العرق ، لذلك فهي تظهر التأثير الإيجابي في تنظيم الحرارة وبذلك تخفف انتقال الحرارة وتمنع الزيادة الكبيرة في فرط حرارة الجسم أثناء أداء التمرين اللاحق.

٤- ترتبط كثير من مؤشرات الإحماء الإيجابية بارتفاع درجة حرارة الجسم وخاصة العضلات العاملة.

فالإحماء يساعد على خفض لزوجة العضلات ورفع سرعة تقلصها واسترخائها ، وحسب رأي « أ. هيلل » تتضاعف سرعة تقلص العضلات نتيجة الإحماء بنسبة ٢٠٪ تقريبًا عند ارتفاع درجة حرارة الجسم بمقدار درجتين سيليزيوسيتين ، وعندها تتضاعف سرعة نقل الدفقة العصبية عبر الألياف العصبية وتقل لزوجة الدم ، وفيما عدا ذلك تتضاعف سرعة العمليات الميتابولية (تتضاعف سرعة ميتابوليت الخلايا بنسبة ١٣٪ تقريبًا ، وبزيادة درجة حرارة الدم تغير منحني تفكك الهيموجلوبين المؤكسد نحو جهة اليمين مما يقلل من تموين العضلات بالأوكسجين ، إضافة لذلك لا يمكن أن تفسر تأثيرات الإحماء بارتفاع درجة حرارة الجسم فقط ، لأن عملية الإحماء السلبي مثلاً (بمساعدة التدليك والتعرض الشعاعي بالأشعة تحت الحمراء، والساونا والكمادات الحارة) لا تعطي مثل هذا الارتفاع كفاءة الأداء، كما هو الحال في عملية الإحماء الفعال.

ولعل أهم نتيجة للإحماء الفعال تكمن في السيطرة والتناسق لوظائف الدورة الدموية والجهاز الحركي في ظروف النشاط العضلي الأقصى، وفي هذه العلاقة لابد من تمييز الإحماء العام والخاص.

ويمكن أن يتكون الإحماء العام من مختلف أنواع التمارين التي تهدف للمساعدة في رفع درجة حرارة الجسم وتهيج المنظومة العصبية المركزية وتقوية وظائف نظام نقل الأوكسجين وفي التمثيل الغذائي في العضلات والأنسجة الأخرى.

ويجب أن يكون الإحماء الخاص الأقرب قدر المستطاع من النشاط الجاري حسب صفته وينبغي أن تساهم في النشاط منظومات الجسم وأعضاءه كما هو الحال عند تنفيذ التمرين الرئيسي (تمرين المنافسة). إن استمرارية ونشاط الإحماء وكذلك الفواصل بين الإحماء والنشاط الأساسي يتحدد في ضوء جملة عوامل منها طبيعة التمرين القائم

والظروف الخارجية (درجة حرارة الهواء ورطوبته وغيرهما) والخصائص الذاتية والحالات الشعورية للرياضي.

ينبغي ألا تزيد الاستراحة المثلى عن ١٥ دقيقة، حيث يمكن خلالها الاحتفاظ بالآثار الناجمة من الإحماء. لقد اتضح مثلًا أنه بعد فترة استراحة أمدها ٤٥ دقيقة يحدث فقدان للعمليات الأثرية الناجمة من الإحماء. كما أن درجة حرارة العضلات ترجع إلى الحالة التي كان عليها المستوى ما قبل عملية الإحماء.

لا يكون دور الإحماء متشابهًا في مختلف أنواع الرياضة إذا كانت الظروف الخارجية مختلفة، كما أن تأثير الأحماء الإيجابي يكون واضحًا خصوصًا عند تنفيذ تمارين القوة السريعة ذات الاستمرارية المحدودة نسبيًا.

ولا يبدي الإحماء أي تأثير إيجابي موثوق به في القوة العضلية ولكنه يحسن النتائج في تمارين القوة السريعة المعقدة تناسقيًا كالقذف في ألعاب الساحة والميدان.

إن تأثير الإحماء الإيجابي، قبل ركض المسافات الطويلة يكون أقل تأثيرًا بكثير مما هو عليه قبل ركض المسافات المتوسطة والقصيرة، إضافة لذلك فقد اكتشف تأثير الإحماء السلبي في تنظيم الحرارة أثناء الركض للمسافات الطويلة وعندما تكون درجة حرارة الهواء عالية.

الإعداد - «النقطة الميتة» - «التنفس الثاني»

الإعداد : هو الطور الأول للتغيرات الوظيفية التي تحدث خلال فترة العمل ويرتبط ظهور «النقطة الميتة» و «التنفس الثاني» مع عملية الإعداد بقوة، ويحدث الإعداد للعمل في بداية فترته، حيث يقوى خلاله نشاط الأنظمة الوظيفية، والتي تضمن أداء التمرين الحالي بسرعة ، ويحدث أثناء الإعداد للعمل الآتي:

١- نصب الآلية العصبية والهرمونية للسيطرة على الحركات والعمليات الوظيفية.

٢- التكوين التدريجي للأسلوب المجسم الضروري للحركات (من حيث الصفة) والشكل والسعة ، والسرعة ، والقوة ، والإيقاع ، أي تحسين تناسق الحركات.

٣- بلوغ الأجهزة الوظيفية المستوى المطلوب التي تمون النشاط العضلي القائم.

إن الخاصية الأولى في الإعداد تشمل مختلف الأوقات في تقوية وظائف الجسم الانفرادية، وتجري عملية إعداد الجهاز الحركي بصورة أسرع ، مما يحدث في الأنظمة الوظيفية ، وتتغير مؤشرات النشاط المختلفة للأجهزة الوظيفية وتركيز المواد الميثابولية في العضلات والدم بسرعة غير متشابهة .. فمثلاً يجري تضاعف تردد التقلصات القلبية بطريقة أسرع من الطرح القلبي والضغط الشرياني (ض ش) ، وينشط التنفس الرئوي (ت ر) بصورة أسرع

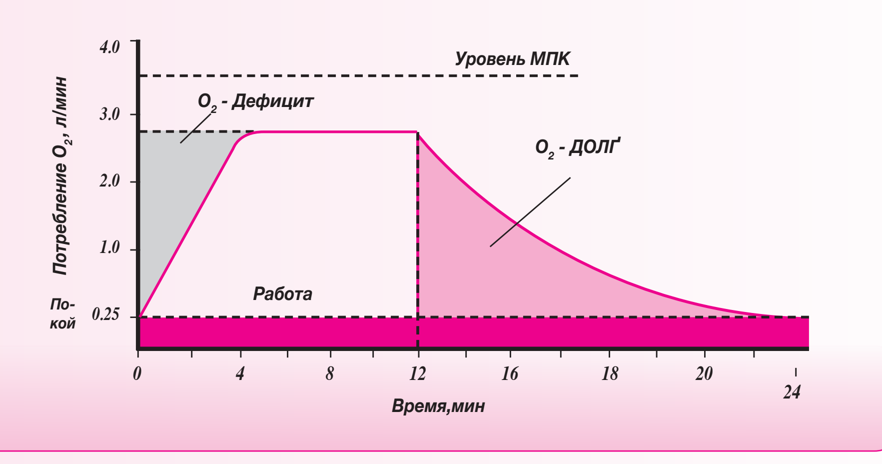
في عملية استهلاك الأوكسجين (م. يا. غوركين) ، أما الخاصية الثانية في الإعداد فتمثل وجود العلاقة المستقيمة بين شدة (قدرة العمل المنجز) وسرعة تغير الوظائف الفسلجية. إذ كلما كان العمل المنجز أكثر شدة كلما جرت عملية تقوية وظيفة الجسم الأولية والمرتبطة بأدائه مباشرة بصورة أسرع ، فلذلك يرتبط طول فترة الإعداد بعلاقة معكوسة بشدة (بقدرة التمرين في تمارين القدرة الأوكسجينية الصغيرة .. فمثلاً تستمر فترة الإعداد لبلوغ المستوى الكلي لاستهلاك الأوكسجين (٧ – ١٠) دقيقة تقريبًا، أما القدرة الأوكسجينية المتوسطة فتستمر إلى (٥ – ٧) دقائق والقدرة دون القصوى (٣ – ٥) دقائق والقدرة القريبة من القصوى تستمر إلى (٢ – ٣) دقائق، أما القدرة الأوكسجينية القصوى فتستمر إلى (٥,١–٢) دقيقة. وتكمن الخاصية الثالثة في أنها تجري أثناء التمرين نفسه، فكلما كان الأداء أسرع كلما كان مستوى التدريب أعلى.

طالما كانت فاعلية الأنظمة التنفسية والقلبية الوعائية التي تؤمن إيصال الأوكسجين إلى العضلات العاملة تزداد قوة تدريجيًا، في بداية عمل يتحقق فيه تقلص العضلات بشكل رئيسي، بفضل طاقة الآليات اللاأوكسجينية أي على حساب انشطار ATP ، CP والجليكوجين اللاأوكسجيني المصحوبة بتكوين حامض اللبنيك. إن عدم التوافق الموجود في بداية العمل بين طلبات الجسم (العضلات العاملة) للأوكسجين واستيفائها الحقيقي خلال فترة الإعداد يقود إلى تكوين الدين الأوكسجيني.

عند القيام بالتمارين الأوكسجينية غير الشديدة (لحد العمل بالقدرة الأوكسجينية دون القصوى) تتم تغطية الدين الأوكسجيني (يستوفي) في وقت التمرين نفسه نتيجة لبعض الزيادة في استهلاك الأوكسجين في بداية فترة الوضع (الثابت) وعند أداء التمارين الأوكسجينية ذات القدرة القريبة من القصوى يستطيع الدين الأوكسجيني أن يغطي جزئيًا فترة العمل، فهو يغطي الحاجة بعد توقف العمل بدرجة كبيرة يشكل الجزء الأكبر من الدين الأوكسجيني في فترة الاستعادة. أما عند أداء التمارين الأوكسجينية ذات القدرة القصوى فإن الدين الأوكسجيني يغطي كليًا في فترة الاستعادة مشكلاً الجزء الحقيقي من الدين الأوكسجيني.

تفسر الزيادة البطيئة في استهلاك الأوكسجين في بداية العمل ، التي تقود إلى تكوين دين الأوكسجين – وقبل كل شيء – بقصور تقوية نشاط أنظمة التنفس والدورة الدموية، أي بالتكيف مع أنظمة نقل الأوكسجين وإزاء النشاط العضلي بصورة بطيئة ، ولكن توجد هناك أسباب أخرى لظهور الدين الأوكسجيني، وترتبط بخصائص الميثابوليت الأكثر نشاطًا في العضلات العاملة، فكلما يكون دين الأوكسجيني عند الرياضيين المتدربين أقل مما عليه عند الأشخاص غير المتدربين، أثناء أدائهم تمارينًا أوكسجينية متشابهة.


الشكل (٦) يبين الدين الأوكسجينى عند العمل القصير للقدرة الأوكسجينية دون القصوى



النقطة الميتة ـ التنفس الثاني

بعد مرور عدة دقائق من بداية العمل المشدود والمستمر غالبًا ما تظهر عند الشخص غير المتدرب حالة خاصة يطلق عليها «النقطة الميتة» (تلاحظ هذه النقطة أحيانًا عند الرياضيين المتدربين أيضًا). إن بداية العمل المشدود تزيد من احتمالية ظهور هذه الحالة؛ فهي تمتاز بالشعور الذاتي الثقيل والذي يولد إحساسًا بضيق التنفس. الذي هو إحساس أساسي بينهم، إضافة إلى الإحساس بضيق الصدر والدوار، وفي الأحيان آلام في العضلات والتمني بإيقاف العمل.

يتركز السبب العام لظهور «النقطة الميتة» في الإعداد، على ما يبدو في ظهور عدم التطابق بين الطلبات الكبيرة للعضلات العاملة على الأوكسجين وبين المستوى الناقص في اشتغال أنظمة نقل الأوكسجين التي استدعيت لتموين الجسم بالأوكسجين، ونتيجة لذلك تتجمع مواد الميثابولين اللاأوكسيجينية وخاصة حامض اللبنيك في العضلات والدم ويشمل ذلك عضلات التنفس أيضًا والتي تستطيع أن تمتحن الحالة النسبية لهبوط أوكسجين الأنسجة بسبب بطء إعادة توزيع الطرح القلبي في بداية العمل بين الأعضاء الفعالة وغير الفعالة وأنسجة الجسم.

يتطلب التغلب على الحالة المؤقتة «النقطة الميتة» جهودًا قوية وكبيرة ، فإذا استمر العمل فيستبدل بشعور فجائي للتخفيف الذي يظهر قبل كل شيء في تكوين التنفس الاعتيادي (المريح) ، فلذلك تسمى الحالة التي تستبدل (النقطة الميتة) «بالتنفس الثاني» ومع قدوم هذه



الحالة ينخفض التنفس الرئوي عادة ويتباطأ تردد التنفس ويزداد العمق ، وكذلك يمكن أن يخفض تردد التقلصات القلبية قليلًا ويقل استهلاك الأوكسجين وإفراز ثاني أكسيد الكربون مع هواء الزفير، أما مؤشر (PH) في الدم فيزداد، كما يصبح إفراز العرق ملحوظًا بشكل كبير وتشير حالة (التنفس الثاني) بأن الجسم يوجه بشكل كافي لتلبية العمل ، فكلما كان العمل أكثر شدة كلما كان ظهور (التنفس الثاني) مبكرًا .

الحالة الثابتة

عند أداء تمارين القدرة الأوكسجينية الثابتة تحل فترة أسماها « أ . هيلل » بفترة الحالة الثابتة (Steady-state) وبعد فترة التغيرات السريعة في وظيفة الجسم (للإعداد) مباشرة، فلقد اكتشف عند قيامه بتحديد سرعة استهلاك الأوكسجين خلال أداء تمارين القدرة الأوكسجينية الصغرى، بأن سرعة استهلاك الأوكسجين وبعد النمو السريع في بداية التمرين تنتظم في مستوى معين ومن ثم تحتفظ به دون تغير طيلة عشرات من الدقائق، وعند أداء تمارين القدرة غير الكبيرة يوجد تطابق عددي بين حاجة الجسم للأوكسجين (طلب الأوكسجين) وتلبيته، طيلة فترة الحالة الثابتة فلذلك ينسب « أ . هيلل » مثل هذه التمارين إلى تمارين الحالة الثابتة حقًا، إن الدين الأوكجسيني من الناحية العملية يعادل النقص الأوكسجيني الذي ظهر في بداية العمل، بعد أداء تمارين غير مستمرة.

عند تنفيذ الأحمال الأكثر شدة ، أي المعتدلة وذات القدرة الأوكسجينية دون القصوى والقريبة من القصوى، وبعد فترة المضاعفة السريعة لسرعة استهلاك الأوكسجين (الإعداد) تحل الفترة التي تتنامى خلالها هذه السرعة تدريجيًا، فلذلك يمكن تعريف الفترة العاملة الثابتة في هذه التمارين باعتبارها حالة ثابتة شرطيًا، ففي التمارين الأوكسجينية ذات القدرة الكبيرة لا يوجد توازن كامل بين الطلب الأوكسجيني وتسديده خلال فترة العمل ذاته ، لذلك يسجل أداء تلك التمارين دينًا أوكسجينيًا يتسم بأنه كلما كان أكبر كلما كانت قدرة العمل واستمراريته أكبر.

وفي تمارين القدرة الأوكسجينية القصوى، وبعد الفترة القصيرة من الإعداد يصل استهلاك الأوكسجين إلى مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين (السقف الأوكسجيني) لذا فهو لا يمكن أن تزداد أكبر من ذلك، ومن ثم يحتفظ استهلاك الأوكسجين بهذا المستوى وأحيانًا ينخفض عند نهاية التمرين فقط، وعليه فإن الفترة الثانية في تمارين القدرة الأوكسجينية القصوى تدعى بالدورة الكاذبة للحالة الثابتة.

أما في تمارين القدرة اللاأوكسجينية فإنه لا يمكن على الإطلاق إفراد دورة كاملة لأنه ومن خلال الزمن الذي يستغرقه تنفيذ هذه التمارين تتزايد سرعة استهلاك الأوكسجين بشدة (ويحدث تغير في الوظائف الفسلجية الأخرى) ويمكن القول في هذا المعنى أنه يوجد في تمارين القدرة اللاأوكسجينية دورة إعداد فقط.

إن هذه التغيرات الفسلجية البطيئة نسبيًا حصلت على تسمية « الاجتياز » فكلما كانت قدرة التمارين أكبر، كلما كانت سرعة «اجتياز» المؤشرات الفسلجية أكثر، وعلى العكس فكلما كانت قدرة التمارين أقل كانت سرعة « الاجتياز » أصغر.

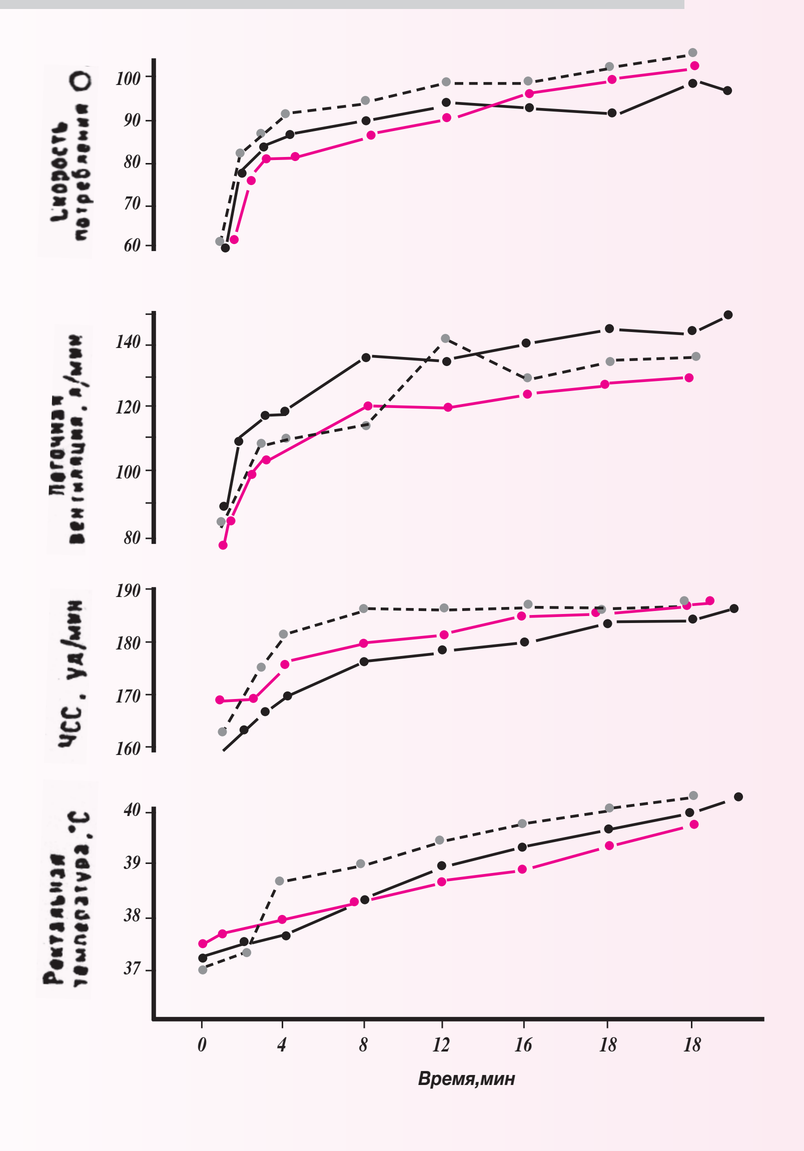
وهكذا ففي جميع تمارين القدرة الأوكسجينية التي تزيد مستوى استهلاك الأوكسجين فيها عن ٥٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لا يمكن كما هو الحال في جميع تمارين القدرة اللاأوكسجينية، إفراد دورة عاملة بثبوتية حقيقية وحالة وظيفية لا تتغير سواء كان ذلك في سرعة استهلاك الأوكسجين أو في مؤشرات أخرى.

وتحدث عملية إعادة بناء تدريجية في نشاط جهاز القلب الوعائي والجهاز التنفسي والجهاز العضلي العصبي، والغدة الصماء، خلال فترة الثبات الكاذب للجسم وخلال هذه الفترة ينخفض الحجم الانقباضي ببطء، ولكن يزداد تردد التقلصات القلبية بشكل تعويضي، بحيث يبقي الطرح القلبي (حجم تدفق الدم خلال دقيقة واحدة) من الناحية العملية بدون تغير. وتحدث عملية إعادة توزيع تدفق الدم مصحوبة بزيادة تدفق الدم الجلدي، مما يساعد على تقوية انتقال الحرارة وبغض النظر عن عملية إعادة تنظيم الحرارة هذه وغيرها . ترتفع درجة حرارة الجسم بدون انقطاع، ويتغير الضغط الشرياني وخاصة الضغط الانقباضي خلال الحالة شبه المستقرة.

وفي سير أداء التمرين تزداد قيمة التنفس الرئوي طيلة الوقت سواء كان ذلك بسبب التردد أو بسبب عمق التنفس. أما التوتر الجزيئي لثاني أكسيد الكربون PH في الدم الشرياني فينخفضان وتتضاعف تدريجيًا منظومة $ABP\text{-}\ O_2$ نقل الأوكسجين والتي تؤمن ارتفاعًا في سرعة استهلاك الأوكسجين للطرح القلبي الثابت نسبيًا .

ويشير الانخفاض التدريجي في معامل التنفس خلال فترة الحالة شبه المستقرة إلى زيادة حصة مشاركة الدهون المؤكسدة، وبالتالي قلة مشاركة الكربوهيدرات المؤكسدة في التأمين الأوكسجيني للعمل ، وفي عملية أداء التمارين يتنامى نشاط العضلات الكهربائي دون انقطاع وتتسم تمارين الحالة شبه المستقرة بوجود الدين الأوكسجيني الذي يتضاعف حجمه مع ارتفاع قدرة التمارين المنجزة، وللوصف الفسلجي لهذه التمارين عادة ما تستخدم المؤشرات (التي تدون خلال دورة الحالة شبه المستقرة) ويحدث ذلك عادة في الدقائق (٥-١٠).

الشكل (٧) يبين سرعة استهلاك الأوكسجين – التنفس الرئوى – (ت. ت. ق) ودرجة الحرارة المستقيمة خلال مدة الركض لمسافة (١٠٠٠ م) على شريط الركض عند ثلاثة رياضيين



الباب السادس

التدريب

في ظروف خاصة للمحيط الخارجي

الفصل الأول

تأثيـــر
درجة حرارة ورطوبة الهواء
على كفاءة الأداء الرياضية

المقدمة

أثناء الحمولة الرياضية ذو الشدة المستمرة (كما في ركض الماراثون مثلاً) تتجاوز النواتج الحرارية في العضلات العاملة بحوالي ١٥-٢٠ مرة النواتج الحرارية في التبادل الحـراري الأسـاس. من الوجهة العملية فإن جميع الحـرارة المتولدة في العضلات تعطي إلى الدم وتنتقل معه إلى نواة الجسم مسببة ارتفاعًا في درجة حرارته إلى ٣٩-٤٠ درجة سيليزيوسية فأكثر (درجة الحرارة العاملة) وتوجه حرارة الجسم في مثل هذه الحالات إلى تعزيز التبادل الحراري. تعطي الحرارة الزائدة لسطح الجسم من خلال تقوية الدورة الدموية في أوعية الجلد، حيث ترسل الحرارة إلى المحيط الخارجي (بمساعدة تبخر العرق بالدرجة الأساسية).

إن ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء المحيط يسبب بصورة كبيرة عملية الانتقال الحراري، مسببًا بذلك خطورة من جَرّاء تسخين الجسم، فكلما كانت درجة الحرارة المحيطة عالية كلما كان ارتفاع درجة حرارة الجسم أعلى، ففي الجو الحار الرطب يمكن أن تبلغ درجة حرارة جسم عدّاء الماراثون ٤١ درجة سيليزيوسية، إن تقوية تبخر العرق يسبب خرقًا للتوازن الحراري في الجسم.

إن هبوط كفاءة الأداء الرياضية عند ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء تحددها هذه العوامل الأساسية الثلاث الآتية:



١- تسخين الجسم.

٢- نزع الماء السريع.

٣- هبوط إمكانيات نقل الأوكسجين في منظومة القلب الوعائي.

الآليات الميكانيكية للانتقال الحراري

في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء

لا تعتبر الطرق المختلفة لإعطاء الحرارة من الجسم إلى الوسط الخارجي في ظروف الهدوء عند تنفيذ عمل عضلي واحدة، وتتغير تبعًا للعوامل الفيزيائية في المحيط الخارجي، ففي ظروف الهدوء يتعزز دور التوصيل الحراري والحمل بتجاوز درجة الحرارة الدرجة المريحة (١٨ درجة سيلزيوسية تقريبًا). أما تعزيز دور الانتقال الحراري من خلال تبخر العرق فيبدأ فقط عندما تجاوز درجة حرارة الهواء ٣٠ درجة سيليزيوسية.

بمعنى آخر عند اقترابها من درجة حرارة الجلد وفي الأيام الحارة تكون عملية فقدان الحرارة من خلال الحمل ضعيفة جدًا بسبب التفاوت البسيط في درجات الحرارة بين الوسط المحيط والجلد. وعندما تتجاوز درجة الحرارة الخارجية درجة حرارة سطح الجسم (حوالي ٣٠ درجة سيليزيوسية) يتغير اتجاه التبادل الحراري إلى الاتجاه المعاكس فيستلم النسيج السطحي للجسم الحرارة من المحيط الخارجي. كما يكون الإشعاع الشمسي حمولة حرارية إضافية للجسم.

تعتبر الطريقة الأساسية لتخلص الجسم من الحرارة في ظروف العمل هي تبخر العرق من الجلد، وكلما ارتفعت درجة الحرارة الخارجية تضاعف دور هذه الآلية للتخلص من الحرارة، وتنمو سرعة تبخر العرق في ضوء سرعة تكون العرق وعدد من المواصفات الفيزياوية للمحيط الخارجي ومن أهمها الرطوبة النسبية للهواء. وتعتمد سرعة تبخر العرق على مقدار العرق بين رطوبة الجلد (Pk) ورطوبة الهواء (Pa). وتسبب زيادة سرعة تكون العرق زيادة Pk وبذلك تزداد سرعة عملية تبخر العرق للظروف الخارجية القائمة، ولما كانت درجة الميل للرطوبة بين الجلد والهواء $(Pk\text{-}Pa)$ لرطوبة الهواء الشديدة تنخفض، لذا فإن عملية تبخر العرق تتباطأ وعندما يكون ضغط الأبخرة المائية في الهواء يزيد عن ٤٠ ملم زئبق سيصبح تبخر العرق من سطح الجلد مساويًا صفرًا. وعليه فحتى في درجة الحرارة المرتفعة جدًا للهواء فإن الرياضي لا يعاني في تلك الصعوبات التي يعانيها في درجات الحرارة الواطئة والرطوبة النسبية العالية إذا كانت رطوبة الهواء النسبية منخفضة.

إن حوالي ٥٪ من نقل الحرارة في حالة الحمولات الغازية تحت الحرجة تحدث بسبب تبخر المياه في الأوعية المائية. وعند مضاعفة رطوبة الهواء فإن هذه الآلية في النقل الحراري ستضعف.

وهكذا فإن مضاعفة درجة حرارة المحيط الخارجي تخفض التمايز الحراري بين الهواء والجلد وكذلك بين الجلد ومركز الجسم مكونًا بذلك صعوبة في انتقال الحرارة وتصبح هذه الصعوبات أكثر تعقيدًا كلما اقتربت الدرجة الحرارية الخارجية من درجة حرارة الجلد. إن زيادة رطوبة الهواء المحيط يشكل بصورة مماثلة مما ذكر حاجزًا في وجه فقدان الحرارة عن طريق التبخر. كما أن زيادة درجة حرارة الهواء ورطوبته في آن واحد يؤدي إلى مضاعفة كبيرة لدرجة حرارة الجسم أثناء النشاط الرياضي المشدود والمستمر.

الآليات الفسلجية لتقوية الانتقال الحراري

في ظروف ارتفاع درجة حرارة الهواء ورطوبته:

إن تقوية الانتقال الحراري في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء تتحقق من خلال آليتين فسلجيتين رئيسيتين هما:

١- تقوية جريان الدم الجلدي الأمر الذي يقود إلى نقل الحرارة من مركز الجسم إلى سطحه ليؤمن بذلك تغذية الغدد العرقية بالماء.

٢- تقوية تكوين العرق.

تيار الدم الجلدي ودرجة حرارة الجلد:

يشكل تيار الدم الجلدي عند الشخص البالغ في الظروف الملائمة في حالة الهدوء حوالي ٠,١٦ ل/م٢/دق ، في حين ترتفع هذه الكمية إلى ١ ل/م٢/دق أثناء العمل، أما إذا كانت درجة الحرارة الخارجية مرتفعة جدًا فإن هذه الكمية يمكن تبلغ ٢,٦ ل/م٢/دق ، ويعني ذلك أنه في الظروف الحارة جدًا فإن ٢٠٪ من الطرح القلبي يمكن أن يتوجه إلى شبكة الأوعية الجلدية ليمنع تسخين الجسم. أما في الظروف الملائمة فإن الطرح القلبي في مثل هذا العمل سوف لن يزيد عن ٥٪ فقط ولا يؤثر قدرة الحمولة على درجة حرارة الجلد.

ترتبط درجة حرارة الجلد خطيًا مع قيمة تيار الدم الجلدي ، وتضاعف تقوية تيار الدم في الجلد درجة حرارته ، فإذا كانت درجة الحرارة الخارجية أقل من درجة حرارة الجلد فإن فقدان الحرارة سيتضاعف بواسطة الحمل والإشعاع ويسبب ارتفاع درجة حرارة الجلد هبوط تأثير الإشعاع الخارجي على الجسم أيضًا.

تعزز حركة الهواء تخلص الجسم من الحرارة عن طريق الحمل والتبخر وينخفض نتيجة ذلك معدل درجة حرارة الجلد، لذلك يتضاعف تمايز درجات الحرارة (المركز - الجلد) و (الجلد - الوسط الخارجي) الأمر الذي يؤدي إلى تحسين أفضل لظروف الفقدان الحراري عن طريق الحمل والإشعاع.

تكوين العرق وتصبب العرق

تعتمد سرعة تكوين العرق وإفرازه على عدد كبير من العوامل أهمها سرعة النواتج الطاقية والظروف الفيزياوية للوسط الخارجي (درجة حرارة ورطوبة الهواء). فلو أن حمولة واحدة كانت قد نفذت في درجات حرارية خارجية متباينة - لا يؤخذ بالحسبان الدرجات المنخفضة جدًا والمرتفعة جدًا- فإن درجة حرارة الجسم الداخلية ستبقى واحدة، في حين تتضاعف سرعة تكوين العرق كدالة خطية لمتوسط درجة حرارة الجلد وبالعكس فعندما تكون درجة الحرارة الخارجية ثابتة فإن معدل درجة حرارة الجلد ستكون سرعة إفراز العرق تمثل علاقة خطية مع درجة الحرارة الداخلية للجسم ، فكلما كانت قدرة الحمل المنفذ عالية كلما كانت سرعة إفراز العرق المعدل درجة حرارة الجلد نفسها أعلى ، وهكذا فإن سرعة إفراز العرق تعتمد على درجة حرارة مركز الجسم وسطحه الخارجي.

تفقد رطوبة الهواء العالية - حتى وإن كانت درجة الحرارة منخفضة - مسببة تبخر العرق حيث تتعزز عملية تكوين العرق دون حدوث عملية تبخر فعالة للعرق ، وفي ظروف الهدوء وعندما تكون درجة حرارة الهواء مساوية ٤٣ درجة سيلزيوسية يتضاعف إفراز العرق بأكثر من ثلاث مرات إذا كانت رطوبة الهواء تزداد من ٣٠ ٪ إلى ٨٤ ٪ ، فأثناء العمل ذو الشدة المنخفضة فإن مضاعفة رطوبة الهواء من ٣٠ إلى ٥٧ ٪ تضاعف تقريبًا سرعة تكوين العرق، وأثناء النشاط الرياضي المكثف ستكون سرعة إفراز العرق كبيرة جدًا.. مثلاً عند ركض المارثون في ظروف تكون رطوبة الهواء فيها غير عالية نسبيًا ستبلغ سرعة إفراز العرق لرياضي متدرب ٢٠ - ٢٥ مل/دقيقة (١٢٠٠/١٥٠٠ مل $/V$) أما في ظروف أخرى متساوية فإن مضاعفة عملية تبخر العرق وعند مضاعفة رطوبة الهواء في جو تكون الرياح فيه ساكنة تتباطأ عملية تبخر العرق وتهبط سرعة تكوين العرق مما يؤدي إلى زيادة إضافية في درجة حرارة الجسم ، ويحدث عند التواجد في ظروف حارة هبوط سرعة (إرهاق) تكوين العرق، ويلاحظ هذا حتى في تلك الحالات حيث يكون فقدان الماء مع العرق قد تم تعويضه من خلال الشرب ، وتظهر سرعة انخفاض تكون العرق بصورة أكثر جلية في ظروف ارتفاع الرطوبة في الهواء مما عليه.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن إفراز العرق عند النساء عند تنفيذ حمولات بدنية واحدة تحت درجة حرارية خارجية واحدة أقل مما هو عليه عند الرجال.

توازن ماء ـ أملاح

إن إحدى النتائج في تقوية إفراز العرق خلال العمل العضلي الذي ينفذ في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء هو الخرق الذي يحصل في التوازن (ماء - أملاح) ويكمن هذا الخرق في الفقدان السريع للماء في الجسم أي نحو عملية نزع الماء وكذلك في تغير وجود عدد من المحاليل (الأملاح) في الأجواء المائية للجسم.

ويمكن لعملية نزع الماء أن تحصل لأسباب مختلفة:

التواجد في وسط ذي حرارة مرتفعة (نزع الماء الحراري) - العمل العضلي الكثيف والمستمر (نزع الماء العملي) - إضافة إلى كليهما، أي جَرّاء عمل عضلي مكثف في درجات حرارية مرتفعة (نزع الماء الحراري العملي) وتسبب عملية نزع الماء المختلفة تغيرات متباينة في وظائف بعض أنسجة ومنظومات الجسم ، ففي عملية نزع الماء العملي يلاحظ هبوط كفاءة الأداء البدني بصورة ملحوظة وتتنامي هذه العملية فقط عند تنفيذ تمارين مكثفة بما فيه الكفاية (ذات قدرة غازية دون القصوى) وطويلة (تزيد عن ٣٠ دقيقة)، وخاصة إذا تمت عملية التنفيذ في ظروف ارتفاع درجة حرارة ورطوبة الهواء ، أما عند تنفيذ حمولة ثقيلة فإن نزع الماء في هذه العملية لن يحدث حتى في ظروف ارتفاع درجة حرارة الهواء شريطة أن تكون عملية التنفيذ قصيرة.

إن المحافظة على درجة حرارة الجسد ضمن الحدود المسموح بها للجسم أهم كثيرًا من المحافظة على الماء وأثناء العمل الثقيل المستمر الذي يصاحبه إفراز شديد للعرق يمكن أن يحدث نقصان كبير في مياه الجسم ، فمثلاً أن بمقدور عدائي المارثون أن يفقدوا أثناء المنافسات في ظروف حارة كمية من الماء تصل إلى ٦ التار مع العرق ، بل وحتى في حالة التعويض عن بعض الماء المفقود بتناول السوائل أثناء السباق فإن وزن عداء المارثون ينخفض بنسبة يبلغ معدلها ٥٪ ويمكن أن تصل نسبة هذا الانخفاض إلى ٨٪ كحد أعلى وتكون نسبة الماء المفقود في هذه الحالة ١٣-١٤٪ من الكمية الإجمالية للماء ويمكن بسهولة تقويم الكمية الإجمالية للماء المفقود نتيجة العمل العضلي من خلال مقارنة وزن الجسم قبل العمل وبعده (مع الأخذ بعين الاعتبار كمية الماء المتناولة خلال تلك الفترة).

إن الإنسان الذي يفقد كمية كبيرة من الماء يكون غير مستقرا تجاه الحر وتنخفض كفاءة أدائه ، وحتى عند انخفاض وزن الجسم بنسبة لا تتجاوز ١-٢٪ نتيجة فقدان الماء فإن كفاءة الأداء البدنية ستنخفض وخاصة إذا لم يكن ذلك الشخص متدربًا ، وفي ظروف نزع الماء تكون استجابة الجسم لدرجات الحرارة سيئة ، لذا فإن درجة حرارة الجسم عند الأشخاص ممن يكون عندهم انخفاض في كمية الماء (يتراوح فقدان وزن الجسم من ٣ و٤) عند تنفيذ الحمولة نفسها وتحت درجة حرارية واحدة، تكون أعلى مما هي عليه عند الأشخاص الذين

يتسمون بنزع الماء الاعتيادي وكلما كانت درجة نزع الماء أعلى مصحوبًا بفقدان الوزن بنسبة مقدراها ٣٪ يهبط نشاط الغدد الدرقية.

إن أحد أهم النتائج السلبية لنزع الماء هو انخفاض حجم بلازما الدم وينخفض حجم بلازما الدم أثناء نزع الماء القائم المصحوب بفقدان الوزن بنسبة ٤٪، بنسبة مقدارها ١٦-١٨ وينخفض تبعًا لذلك حجم الدم المدور، مما يؤدي إلى هبوط العودة الوريدية وبالتالي إلى انخفاض الحجم الانبساطي، وللتعويض عن ذلك يتضاعف تردد التقلصات القلبية.

أما النتيجة الأخرى لانخفاض حجم بلازما الدم فيمكن اعتبار تركيز الدم ذي المؤشرات المضاعفة في لزوجة الدم وهو يمكن أن يقود إلى مضاعفة الحمل على القلب ويعمل على تقليص إنتاجه.

إن أحد النتائج الثقيلة لفقدان الماء من الجسم يمكن اعتباره هبوط حجم السائل الموجود ما بين الخلايا (الأنسجة) والسائل الموجود داخل الخلايا أيضًا ويحدث في تلك الخلايا التي تتسم بهبوط كمية الماء فيها وتغير توازن محاليلها خرق للفعاليات الحياتية الطبيعية. وينتسب ذلك بصورة خاصة إلى العضلات الهيكلية والقلبية التي يمكن أن تكون كفاءتها الانقباضية في ظروف نزع الماء منخفضة بصورة كبيرة.

بصورة مستمرة بسبب خروج النواتج والأيونات الميثابولية للبوتاسيوم ذات المولية الواطئة إلى الدم من الخلايا العضلية الفعالة. ونتيجة ذلك فإن جزء من السائل الموجود بين الخلايا (الأنسجة) يمتزج في الأوعية ليعوض عن فقدان البلازما، ويمكن بفضل ذلك استعادة حجم البلازما وحبسه في مستوى ثابت تقريبًا بعد مرحلة الهبوط التي تحصل في بداية العمل ومع تنامي نزع الماء الحراري (لتميزه عن نزع الماء العامل) يتقلص حجم البلازما تدريجيًا.

ويحدث عند درجة الحرارة الخارجية العالية نتيجة تعزيز تيار الدم الجلدي ترشيح مكثف للسوائل من المسارات الجلدية في الفُسَح خارج الأوعية في الجلد، ويقود هذا إلى غسل الزلال، الذي يتواجد في هذه الفُسَح بكثرة نسبيًا في التيار اللمفاوي ومنه يتجه نحو منظومة نقل الدم. إن انتقال الزلال إلى الدم يضاعف في الضغط الاحشائي فيه مسببًا تعزيز الماء في أوعية نقل الدم من الفسح المائية التي تتخلل الخلايا (خارج الأوعية) ليساعد بذلك في الاحتفاظ بحجم البلازما (الدم) المدورة، إن غسل الزلال من الفسح النسيجية الجلدية في الدم يعوض بصورة آلية تعزيز فقدان الماء في زلال الدم الناتج عن التبخر النشيط للعرق.

عند تنفيذ هذا العمل العضلي ينخفض تيار الدم الكلوي بحيث أن هذا الانخفاض يكون أكبر كلما كانت كثافة العمل أكبر، كما أنه يعتمد ضمن حدود معينة على درجة حرارة ورطوبة الهواء. كما أن سرعة ترشيح الماء في المجاميع الكلوية تهبط بصورة متوازية مع ما سبق ولو أن هذا يحدث بدرجة أقل. أن تنخفض سرعة تكوين البول ، إن انخفاض تيار الدم

الكلوي وسرعة تكوين البول عند العمل في الظروف الحارة يعزز حبس المياه في الكلي (إدرار البول). إن أحد آليات هذا الحبس هو مضاعفة إفراز الهرمون المضاد لإدرار البول من الغدة النخامية كاستجابة لانخفاض حجم البلازما (نزع الماء، ويضاعف تناضحهما ويشكل الماء مصدرًا إضافيًا مهمًا لإفراز العرق في فترة العمل العضلي. ويرتبط هذا المصدر بالماء الجليكوجيني الذي يتحرر عند انغلاق الجليكوجين ، ويرتبط بالغرام الواحد من الجليكوجين كمية من الماء مقدارها ٢,٧ غرام. وهكذا فإن التحليل الجليكوجيني لا يعتبر مصدرًا للطاقة فحسب بالنسبة للعضلات المتقلصة إنما مصدرًا إضافيًا للماء للجسم العامل.

ويلعب تناول السوائل شرب الماء أو المحاليل المائية أثناء العمل وبعده دورًا رئيسيًا في التعويض عن فقدان الماء نتيجة تعزيز الإفرازات العرقية خلال العمل العضلي ذي الشدة وخاصة في الظروف الحارة.

يفقد الجسم عند فقدانه للماء مع العرق بعض المواد المعدنية (الأملاح) ويعتبر العرق مقارنة مع السوائل الأخرى محلولًا مائيًا مخففًا جدًّا وتكون تراكيز أيونات الصوديوم والكلور فيه ١/٣ التركيز في البلازما و ١/٥ التركيز في العضلات. وعليه فإن العرق عبارة عن محلول منخفض التركيز مقارنة مع بلازما الدم. ويتغير التركيز الأيوني للعرق بصورة شديدة عند الأشخاص المختلفين ويعتمد كثيرًا عل سرعة إفراز العرق وحالة التأقلم الحرارية.

وبمضاعفة سرعة تكوين العرق يتضاعف تركيز أيونات الصوديوم والكلور في العرق وينخفض تركيز أيونات الكالسيوم ، أما أيونات البوتاسيوم والمنغنيز فلا تتغير لذلك ففي العمل ذي الشدة والذي يستمر طويلًا (مثلاً أثناء الركض الماراثون) يفقد الرياضي مع العرق بدرجة أساسية أيونات الصوديوم والكلور ، إن تلك الأيونات التي تتواجد بصورة خاصة في سوائل الفسح خارج الخلايا في البلازما وفي السوائل النسيجية. وهذه هي المحاليل الكهربائية التي تحدد أكثر من غيرها الضغط التناضحي للبلازما وللسوائل النسيجية أي بمعنى آخر حجم السائل خارج الخلايا في الجسم.

إن فقدان أيونات البوتاسيوم والمنغنيز الذي يهبط بالفسحة المائية الداخلية في الخلية يكون أقل كثيرًا ولكن لابد من الإشارة إلى أن كمية كبيرة من الماء تتسرب مع العرق أكثر من تسرب المحاليل الكهربائية (الأملاح) وعليه فأثناء الانخفاض الشامل في وجود المحاليل الكهربائية يتضاعف تركيزهما في السوائل. لذلك فأثناء إفراز العرق الشديد المتواصل يكون احتياج الجسم إلى ماء للتعويض أكثر مما عليه في الاستعادة غير البطيئة للمحاليل الكهربائية.

إن فقدان المحاليل الكهربائية مع البول أثناء العمل العضلي لا يكون كبيرًا حيث تكوين التبول خلال هذه المرحلة ينخفض في حين أن الامتصاص الثاني للصوديوم في الكلية يكون

قد عزز مما يؤمن حبس إفراز أيونات الصوديوم مع البول ويمكن لتزويد الكلى بكمية غير كافية أثناء العمل في ظروف حارة أن تقوي هذه الآليات لحبس الصوديوم في الجسم. ويساعد هذا الحبس في الحفاظ على التوازن المائي في الجسم حيث أن حجم البلازما وكذلك السائل المتبقي ما بين الخلايا يتناسب طرديًا مع وجود أيونات الصوديوم فيها.

إن انقباض الأوعية الكلوية ومضاعفة درجة حرارة الجسم في ظروف حارة تسبب التقوية الكلوية ونتيجة لذلك يمكن للزلال أن يظهر في البول (البول البروتيني).

جهاز الدورة الدموية

يتعزز عند الفرد، في حالة الهدوء وفي ظروف التسخين المباشر للجسم عندما تكون درجة حرارة الهواء مرتفعة (مثلًا في يوم حار وتحت الشمس). تيار الدم الجلدي ويتضاعف الطرح القلبي بسبب زيادة (ت. ت. ق) وتعني تردد التقلصات القلبية. ولا يتغير في هذه الحالة الحجم الانقباضي بصورة تذكر ، أما المقاومة الإجمالية للأوعية الموضعية والضغط الشرياني الانقباضي فينخفض، ويسبب وجود الشخص في الحمام الفنلندي (الساونة) حيث الهواء الجاف الحار، مضاعفة الطرح القلبي بمقدار ٧٠٪ و (ت ت ق) بمقدار يزيد عن ٦٠٪.

فإن تيار الدم الجلدي يتضاعف بسبب إعادة التوزيع الإضافي للطرح القلبي حيث ينخفض تيار الدم خلال أعضاء التجويف وخلال العضلات (بدرجة أقل) وينخفض تيار الدم الجوفي والكلوي بصورة طردية مع ارتفاع درجة الحرارة وأثناء تأدية العمل بقدرة غازية فإن درجة حرارة الهواء المرتفعة لا تظهر تأثيرًا واضحًا في السرعة العاملة لاستهلاك الأوكسجين وعند تنفيذ عملًا خفيفًا في ظروف حارة، فإن استهلاك الأوكسجين يمكن أن يكون أعلى بعض الشيء مما عليه في ظروف عادية.

لا تؤثر درجة حرارة الهواء المرتفعة بصورة ملحوظة في مؤشر نشاط منظومة القلب الوعائي عند أداء أعمالًا قصيرة (تقل عن ٤-٦ دقائق) وأثناء تأدية عمل غازي كبير.

وأثناء تنفيذ عمل متواصل في ظروف حارة لابد لمنظومة القلب الوعائي أن تؤمن في آن واحد تكيفًا لتزويد العضلات الفعالة بالدم بغية إيصال كمية كافية من الأوكسجين إليها (الطلب الميتابولي) وتعزيز تيار الدم الجلدي لمضاعفة انتقال الحرارة (طلب التنظيم الحراري).

ويكون (ت ت ق) والطرح القلبي في الظروف الحارة أكبر مما عليه عند تنفيذ هذا العمل ولكن في وسط ذي ظروف اعتيادية، ويؤثر في قيمة (ت ت ق) إضافة إلى درجة الحرارة زيادة رطوبة الهواء، ونلاحظ زيادة قيمة (ت ت ق) في الظروف الحارة منذ بداية العمل، أما الطرح القلبي فيزداد تدريجيًا أثناء تنفيذ العمل، في حين يتناقص الحجم

الانبساطي بنشاط، إن زيادة الطرح القلبي تؤمن تيارًا إضافيًا من الدم يمر عبر الأوعية الجلدية لتعزيز الانتقال الحراري.

ومع مضاعفة العمل المنجز تنخفض الزيادة (الحرارية) للطرح القلبي. كما أن الطرح القلبي، عند تنفيذ حمولات غازية ذات قدرات دون القيمة القصوى أو قريبة منها، يكون في وسط ذي ظروف حارة كما هو في الظروف الطبيعية. ولكن عند درجة الحرارة العالية يطرأ انخفاض ملحوظ في الحجم الانبساطي الذي يعوض عنه بزيادة إضافية في قيمة ت ت ق ولما كان الطرح القلبي لا يمكن أن يتضاعف أكثر لذا فإن التعزيز اللاحق لتيار الدم الجلدي يتم تأمينه من خلال إعادة التوزيع في الطرح القلبي. ويطرأ نتيجة هبوط تيار الدم المار عبر العضلات العاملة، عجز في تزويدها بكمية الأوكسجين كما تزداد النسبة اللا غازية للنواتج الطاقية في العضلات لذا فعند تنفيذ حمولة غازية بقدرات تقل قيمتها عن القيمة العظمى أو تكون قريبة منها، فإن التركيز الاسيدي في الدم سيكون في الظروف الحارة أعلى مما عليه في الظروف الطبيعية.

ويعتبر ضعف عملية تزويد العضلات العاملة بالدم أحد الأسباب الأساسية في هبوط كفاءة الأداء في الظروف الحارة ، وبناء على ما تقدم نجد أن ضعف تيار الدم العضلي يعتبر نتيجة منطقية لسببين رئيسيين هما:

أولًا: زيادة نسبة الطرح القلبي الموجه في الأوعية الجلدية لتعزيز عملية الانتقال الحراري.

ثانيًا: انخفاض الطرح القلبي عند نحو النزع المائي نتيجة انخفاض الحجم الانقباضي الذي يسبب هبوط العودة الوريدية من جراء انخفاض الحجوم العامة والمركزية للدم المدور.

وتساوي السرعة الحجمية القصوى الممكنة لتيار الدم الجلدي ٧-٨ ل / د ق ومع ذلك فإن تيار الدم الجلدي سوف لن يتجاوز على الأرجح ٣-٤ ل/د ق أثناء العمل حتى عندما تكون درجة حرارة الهواء مرتفعة جدًا لذلك فإن الأوعية الجلدية ستتقلص بعض الشيء حتى في هذه الظروف ومع استمرار تنفيذ العمل تتوسع الأوعية الجلدية تدريجيًا من جراء انخفاض الإيقاع الوعائي ونتيجة ذلك توجه كمية أكبر من الدم في شبكة الأوعية الجلدية وفي حين يزداد تزويد العضلات العاملة بالدم.

وبتوسع الأوعية الجلدية تنخفض المقاومة المحلية الوعائية الشاملة. وعند الطرح القلبي الثابت يؤدي ذلك إلى هبوط الضغط الشرياني الذي ينخفض تدريجيًا حتى يصل إلى ذلك المستوى الذي يستدعي الانهيار الوعائي (الإغماء).



التكيف الحراري (التأقلم)

إن الوجود المستمر أو المتكرر في ظروف ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة في الهواء يتطلب تكيف تدريجي لهذه الظروف الخاصة في المحيط الخارجي، مما يؤدي إلى نحو ثبوتية الجسم ضد التوتر الحراري، فالإنسان بمقدوره أن يتحمل الحرارة بطريقة أخف، حيث يضمن تنفيذ العمل أقل صعوبة، سواء كان ذلك موضوعيًا وتنخفض الإزاحات الفسلجية إزاء التأثيرات الحرارية أو ذاتيًا وتحل حالة التكيف الحراري - أي التاقلم.

التغيرات الفسلجية وميكانيكيتها عند التكيف الحراري

يستند التكيف الحراري بجملة تغيرات فسلجية متخصصة (الجدول ١) وتعتبر عملية تعزيز إفراز العرق وهبوط درجة حرارة مركز الجسم وسطحه الخارجي وانخفاض ت ق التغيرات الأساسية المشار إليها عند تنفيذ الحمولة في وقت التواجد في ظروف الحرارة المرتفعة.

إن الآلية الأساسية للتكيف الحراري توجه لتعزيز نقل الحرارة من الجسم إلى الوسط الخارجي. ومع التكيف الحراري تحدث تقوية لإفرازات العرق منها مضاعفة عدد الغدد العرقية العاملة وكذلك كمية الإفرازات المستقيمة للعرق عند تنفيذ حمولة بدنية واحدة. كما تخفض العتبة الحرارية لنقل الحرارة حيث تبدأ هذه العتبة عند درجات حرارية واطئة في جلد الجسم ومركزه. وتتضاعف بسرعة مع ازدياد حرارة الجسم وينضح العرق من جسم الإنسان الذي يتكيف للحرارة بصورة طفيفة على شكل قطرات دون أن يتبخر هذه القطرات حيث أن العرق يكون قد توزع بصورة أكثر انتظامًا في سطح الجسم مقارنة بجسم الإنسان الذي لم يتكيف للحرارة.

جدول رقم (١)

التغيرات الفسلجية التكيفية في ظروف درجات الحرارة المرتفعة في المحيط الخارجي

الآليــة	التغيرات التكيفية
إفراز العرق	بداية سريعة في إفراز العرق (أثناء العمل) هبوط درجة حرارة عتبة الإفراز مضاعفة سرعة إفراز العرق
الدم في الدورة الدموية	توزيعًا أكثر انتظامًا للعرق في سطح الجسم انخفاض تركيز الأملاح في العرق هبوط ت ت ق مضاعفة الحجم الانقباضي تقوية تيار الدم الجلدي مضاعفة حجم الدم المدور هبوط درجة تركيز الدم القائم إعادة التوزيع السريع للدم (في منظومة الأوعية الجلدية، اقتراب تيار الدم إلى سطح الجسم وتوزيع الأكثر فاعلية في سطح الجسم. انخفاض هبوط تيارات الدم الجوفية والكلوية (أثناء تنفيذ العمل).
الميتابولية	انخفاض الحجم الأساسي انخفاض القيمة الأوكسجينية في العمل
التنظيم الحراري	انخفاض درجة حرارة مركز الجسم وسطحه في حالة الهدوء وأثناء تنفيذ العمل العضلي زيادة ثبوتية الجسم إزاء ارتفاع درجة حرارة الجسم
التنفس	انخفاض صعوبة التنفس (تكرار التنفس والتنفس السطحي).

تتزايد نتيجة لذلك مساحة سطح الجسم لتقوية انتقال الحرارة عن طريق تبخر العرق وتؤدي عملية تقوية تبخر العرق إلى خفض درجة حرارة الجلد وبفضل هذا فإن الدم الذي يجري في المجاري الجلدية يبرد بصورة أسرع وعليه سيزداد التمايز الحراري (مركز الجسم) وعندئذ ستعزز نقل الحرارة البدني من الأجزاء العميقة في الجسم إلى سطحه كما تنخفض الحاجة إلى التقوية الإضافية لتعزيز جريان الدم الجلدي.

ولعل أبرز تأثير في تقوية التكيف الآلي لنقل الحرارة يبدو في انخفاض درجة حرارة الجسم وهنا ستخفض حرارة الجسم في ظروف الهدوء وكذلك في زيادتها أثناء تأدية العمل العضلي.

ونتيجة التكيف الحراري يحدث انخفاض في التركيز الملحي في العرق إذ يضحى العرق أكثر تخفيفًا وتفقد كميات كبيرة من الماء مع العرق أكثر مما تفقد من كمية الأملاح. لذا فإن تركيز المحاليل الكهربائية في الدم تزداد. وعليه يتضاعف النضوح في الدم مسببًا شعورًا شديدًا بالعطش والذي يمكن اعتباره آلية موجهة للتعويض عن فقدان السوائل في الجسم دائمًا من الكفاية بحيث يؤمن طلب الجسم إلى الماء. كما أن بمقدور الإنسان المكيف للحر أن يحتفظ بالتوازن المائي بصورة أفضل وتخفض نفاذية الأوعية الجلدية أثناء عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تقليل خروج جزئيات البروتين من هذه الأوعية. ويمكن لتركيز البروتين في السوائل النسيجية للجلد أن تنخفض عند التأثيرات الحرارية ينتقل هذا البروتين عبر الشبكة اللمفاوية للجلد في الدم المدور.

يصاحب التكيف الحراري انخفاض حمولة جهاز القلب الوعائي. كما يهبط تدريجيًا على مدى التكيف للحر تيار الدم الجلدي أثناء تنفيذ الحمولة على الرغم أن تيار الدم الجلدي هذا عند إنسان الذي تكيف تمامًا أكبر عند أداء العمل في مناخ حار من العمل في مناخ محايد إضافة لذلك تتزايد إمكانيات التعزيز الفعال لتيار الدم الجلدي من جراء الانتقال السريع للدم في منظومة الأوعية الجلدية واقتراب تيار الدم في السطح وتوزيعه الفعال هنالك. وتنخفض درجة انقباض الأوعية (تضيق المجاري) في المجالات الجوفية والكلوية على مدى عملية التكيف الحراري مما يؤدي إلى تحسين تأمين أعضاء التجويف البطيني بالدم أثناء تأدية العمل في الظروف المناخية الحارة.

إن معظم التغيرات التي ترتبط بالتأقلم الحراري تحصل بسرعة وخصوصًا طيلة الأيام ٤-٧ الأولى من التواجد في الظروف المناخية الحارة فعملية التأقلم الحراري تنتهي من وجهة النظر العملية عند اليوم ١٢-١٤. ولكن التكيف الأعظم إزاء درجة حرارة الهواء ورطوبته يلاحظ فقط عند سكنة مناطق تلك الظروف المناخية.

يتنافي التكيف الحراري ليس فقط عند التعايش لفترة أيام متعددة في الظروف المناخية الحارة وإنما أيضا التواجد المتكرر القصير لبضع ساعات في اليوم.

وتسود إمكانية تحمل الجسم لارتفاع درجة الحرارة بتقدم عمر الإنسان. إذ تبدأ عملية إفرازات العرق عند الأشخاص من الشيوخ والمسنين في درجات الحرارة العالية بصورة متأخرة مما هي عليه عند الشباب. وتجدر الإشارة إلى أن تيار الدم الجلدي يتضاعف عند الشيوخ بصورة أكبر كثيرًا كاستجابة للحمولة الحرارية ولكن الإمكانية القصوى لهذه المضاعفة عندهم أقل مما عليه عند الشباب وأثناء التواجد في الظروف المناخية الحارة فإن درجة حرارة الجسم عند الشيوخ والمسنين تعود إلى حالتها الطبيعية بصورة بطيئة.

التكيف الحراري ضد الرياضيين

تتطلب الحمولات التدريبية وحمولات المنافسات في تلك الأنواع من الألعاب الرياضية التي تحتاج لإظهار المطاولة ارتفاعًا ملحوظًا لدرجة حرارة مركز الجسم. أي لغاية ٤٠ درجة سيليلوزية حتى في ظروف مناخية محايدة ويشكل هذا عاملًا مهمًا لنمو تكيف الاستجابة اتجاه حمولة حرارية (داخلية). أن مثل هذه الاستجابات ستكون من جانب جهاز القلب الوعائي والغدد العرقية من جانب جهاز القلب وغيرهما من الأعضاء والمنظومات المتشابهة كثيرًا للاستجابات عند الأشخاص الذين يتأقلمون للحمولات الحرارية الخارجية (درجة حرارة مرتفعة للهواء ورطوبة عالية).

ويكتمل عند الرياضيين الذين يتدربون للمطاولة نتيجة التمارين الدورية التوجيه الحراري إذ تنخفض النواتج الحرارية، وتتحسن القابلية إزاء الفقدان الحراري بمساعدة مضاعفة تكون العرق فمثلًا من مواصفات الرياضيين المتدربين الإحساس العالي في استجابة إفراز العرق إزاء المؤثرات الحرارية والتوزيع المنتظم لهذه الإفرازات في سطح الجسم وتبعًا فإن درجة الحرارة الداخلية ودرجة حرارة الجلد عن الرياضيين تكون أقل أثناء تأدية العمل في درجة حرارة اعتيادية أو مرتفعة مما هي عليه عند الأفراد من غير المتدربين من الذين يؤدون هذه الحمولة المطلقة نفسها. وتجدر الإشارة إلى أن تركيز الأملاح في العرق عند الرياضيين يكون أيضًا أقل مما هو عليه عند إفرازاتهم من غير الرياضيين.

وفي عملية التدريب من أجل المطاولة في ظروف محايدة يتضاعف حجم الدم المدور وتكتمل استجابة إعادة توزيع تيار الدم وانخفاضيته خلال الشبكة الجلدية مسببًا انخفاضه في درجة الحرارة الجلدية ويضاعف إيصال الحرارة من مركز الجسم إلى سطحه الخارجي.

وهكذا ستكتمل عند الرياضيين من الذين يمارسون تمارين رياضية منتظمة من أجل المطاولة حتى في الظروف الحرارية المحايدة، ميكانيكية فسلجية محددة يمكن أن يتسم بها التكيف الحراري أيضًا. لذا فإن الرياضيين الذين تمرنوا بصورة جيدة للمطاولة عادة ما يتكيفون للعمل في ظروف حرارية مرتفعة بصورة أفضل مما هو عليه عند الأفراد من الذين لم يتمرنوا، كما أنهم يتأقلمون بصورة أسرع على الأقل في تنفيذ أعمال بقدرات غير كبيرة في ظروف حارة إضافة لذلك فمن الواضح ضمنيًا أنه حتى التدريب الرياضي العالي أو أي تدريب لأية طبيعة كانت في ظروف مناخية محايدة لا يستطيع أن يستبدل بصورة كاملة التكيف الحراري المتخصص الذي يحتاجه الرياضي إذا كان عليه أن يساهم في مباريات تحت ظروف ارتفاع درجة حرارة الجو ورطوبته.

إن وسائل التكيف التي يسببها التدريب في ظروف محايدة (أو باردة) لا تكفي للتنفيذ الفعال لعمل مكثف في ظروف مناخية حارة وعند الإعداد للمباريات التي ستقام في ظروف ارتفاع درجة الحرارة ورطوبة الهواء.

فإن على الرياضي أن يبدأ تدريباته في مثل هذه الظروف لفترة لا تقل عن ٧-١٢ يومًا قبل المباريات وإذا لم تكن هناك إمكانية للتدريب في مثل هذه الظروف فلابد من استعمال ملابس خاصة تستطيع أن تمنع إيصال الحرارة والحد من تبخر العرق. ويسبب التدريب في مثل هذه الملابس أثارًا في مضاعفة الثبوتية الحرارية، وأن كان ذلك أقل مما عليه في حالة التدريب تحت الظروف المناخية الحارة في الوسط الخارجي.

نظام الشرب

إن السرعة الكبيرة لإفراز العرق كما ذكر أثناء تنفيذ عمل ذي شدة في ظروف حارة تؤدي إلى فقدان الجسم الملحوظ للماء (نزع الماء) وكذلك فقدان الأملاح ونتيجة لذلك ستنخفض كفاءة الأداء والثبوتية الحرارية (إمكانية تحمل الحرارة).

فقدان الماء

استعادته أثناء فترة المباريات:

تدور في أوساط المدربين والرياضيين فكرة حول تأثير الماء عن الحمولة «الإضافية» التي سيتعرض لها القلب بسبب الماء (الفائض) ويعتقد أنه من الضروري التخفيض من كمية شرب الماء كي تتقلص الكمية المفقودة منها . أضف لذلك فإن الدراسات الفسلجية تبرهن أن فقدان الماء نتيجة العمل الطويل ذي الشدة وخاصة إذ نفذت ظروف مناخية يجب أن يعوض بسرعة قدر الإمكان ويفضل أيضًا أن يكون بالمقدار نفسه.

وإذا لم يشرب الرياضيون الماء خلال السباق الكمية الكافية من الماء لكي يمكن التعويض عن الماء المفقود فستنمو عندهم (بهذه الدرجة أو تلك) عملية نزع الماء إذا تساوت كمية الماء المستهلكة والمفقودة مع العرق (التوازن المائي) فإن درجة حرارة الجسم ستكون أقل مما هي عليه في فترة تنفيذ هذا العمل باستهلاك كمية أقل من الماء أو بدون شرب الماء على الإطلاق وهكذا فإن تناول السوائل أثناء مباريات في ظروف حارة يقلل من خطر تسخين الجسم.

إن الشرب الجزئي للماء أثناء العمل على جهاز مشابه للدرجات تحت ظروف مناخية حارة يؤخر فقدان بلازما الدم وبذلك يساند أن يكون حجم الدم المدور طبيعيًا ونتيجة لذلك يستبعد تقلص الحجم الانبساطي ومضاعفة ت ت ق إلى ذلك المستوى الذي لا يكون فيه تعويض عن الماء المفقود أثناء تنفيذ العمل.

ويؤدي شرب السوائل أثناء العمل لمضاعفة استمراره الأقصى (كفاءة الأداء) وتساعد السوائل التي تكون من محاليل الكاربوهيدرات ليس فقط في التعويض عن الماء المفقود وإنما في المحافظة أيضًا على التركيز الطبيعي للكليكوز في الدم مما له أهمية كبيرة جدًا في الاحتفاظ بكفاءة أداء عالية أثناء حمولة ذات استمرارية طويلة.

يتحدد تركيب السوائل «البديلة» التي تستعمل للتعويض عن فقدان الماء أثناء تأدية العمل العضلي في ضوء عدد من المستلزمات.

ولا يجري امتصاص السائل المتناول من المعدة إلى الدم. كما أن الماء الممتص يحدث تقريبًا في الأمعاء فقط. لذا فإن مما يعوض عن فقدان الماء بصورة أساسية هو سرعة إخلاء حجم السائل في الأمعاء ويؤثر على سرعة تفريغ المعدة وحجم درجة حرارة ونضوحية السوائل الموجودة فيها أما العمل العضلي بحد ذاته فتأثيره قليلًا على سرعة تفريغ المعدة.

ويخرج الحجم الكبير من السائل (٥٠٠-٦٠٠ل) من المعدة بصورة أسرع من خروج الحجم الصغير. ولكن شرب كمية كبيرة من السائل لمرة واحدة في الطريق تسبب إحساسًا غير مريح إلى المعدة وتنفساً ثقيلاً. لذا يفضل تناول السوائل بكميات كبيرة نسبيًا ١٥٠-٢٥٠ مل وبفواصل زمنية تتراوح بين ١٠-١٥ دقيقة.

وتفرغ السوائل الباردة من المعدة بصورة أسرع من السوائل الساخنة. فالماء البارد (٨-١٣ درجة سيلزيوسية).

ويفرز نشاط العضلات الملساء في جدران المعدة ليعجل سرعة انتقال السائل إلى الأمعاء. إضافة لذلك فإن تسخين الماء البارد في المعدة حتى وأن كان بدرجة صغيرة. سيتعود إلى تعزيز الفقدان الحراري للجسم لذا فإن شرب الماء البارد أثناء السباق في الظروف الحارة يكون أفضل من الماء الدافئ.

إن سرعة حركة المعدة وتفريغها تتمدد جزئيًا في ضوء خصوصية محتوياتها فالماء يغادر المعدة بسهولة. كما أن المحلول المتساوي التركيز من ملح الطعام الذي يشكل محلول كلوريد الصوديوم فيه نسبة مقدارها ٨٥٪ يخرج أسرع من الماء. أن وجود الكلوكوز في المحلول حتى وإن كانت بكميات صغيرة (أقل من ٥٪) تسبب تباطؤاً ملحوظاً في تفريغ المعدة. أما إضافة الأملاح إلى سوائل الشرب (محلول كهربائي) فأنه سيسبب زيادة في نضوجيتها ولعل السائل ذو التركيز المنخفض ذو نضوجية مقدارها ٢٠٠ مول نض/ل تقريبًا يعتبر الأمثل أن مثل هذه المحاليل التي تضم قليلًا من السكر (أقل من ٢,٥٪) تغادر المعدة بسرعة لذا فإن من الممكن امتصاصها بسهولة من الأمعاء إلى الدم ويؤمن بذلك تعويض الماء المفقود وبسرعة كبيرة عند تحديد الكمية الإجمالية لتناول السوائل لابد من الأخذ بعين الاعتبار أن السرعة القصوى لامتصاص الماء لا تتجاوز بأي حال من الأحوال ٠,٨ ل.

لذا لابد من تناول محاليل ذات تراكيز منخفضة باردة تحتوي على السكر (كاربوهيدرات) لغاية ٢,٥٪ و٥٠٠ مل ماء لا يحتوي على كاربوهيدرات) ينبغي شربه قبل نصف ساعة من الانطلاق أثناء تنفيذ عمل ثقيل متواصل في ظروف مناخية حارة مصحوبة بإفرازات عرق كبيرة لتكوين احتياط مائي معتدل. وينبغي شرب كمية مقدارها ١٥٠-٢٠٠ مل من محلول ذي تركيز منخفض بفترات تفصل بينها فترة زمنية طولها ١٠-١٥ دقيقة.

وإذا جرت المنافسات في ظروف محايدة أو باردة أو (مطاردة على الجليد) حيث لا توجد خطورة التسخين أو نزع فإن نظام الشرب يجب أن يتقلص بصورة ملحوظة ، في حين يجب زيادة نسبة الكربوهيدرات فيه (لغاية ٢٥٪) ، وفي هذه الحالة سيكون انتقال المحلول مهما كان بطيئًا من المعدة إلى الأمعاء قد أمن الكربوهيدرت للدم.

إن التعويض غير البطيء عن المحاليل الكهربائية المفقودة أثناء تأدية العمل الذي يصاحبه إفراز شديد للعرق لا يلعب ذلك الدور كالتعويض عن الماء المفقود لأن الجسم يفقد بالعرق كميات كبيرة نسبيًا من الماء مقارنة بفقده الأملاح ، أضف إلى ذلك فإن وجود الأملاح في العرق عند الأفراد الرياضيين المتدربين أو الذين تأقلموا في الجو الحار) تكون منخفضة مقارنة بالأفراد ممن لم يتدربوا لذلك فإن فقدان الأملاح أثناء المباريات عند الرياضيين لا تكون كبيرة نسبيًا حتى في الظروف المناخية الحارة إضافة لذلك فإن إفرازات العرق تسبب مضاعفة تركيز الأملاح (ملح الطعام) قبل كل شيء في الدم وفي غيره من سوائل الجسم واستنادًا لهذا فإن تناول كمية إضافية كبيرة من الأملاح أثناء العمل العضلي يمكن أن يكون ضارًا للجسم ، وأن الشرب الكثير للسوائل المصحوبة بالأملاح بتركيز مهما كان طفيفًا سيكون كافيًا للتعويض من الكميات المفقودة منه ولقد ظهر في حالة تكرار الحمولة المصحوبة بإفراز شديد للعرق (على مدى بضعة أيام متواصلة) استعمال كمية إضافية من الأملاح ولكن ذلك لم يتم أثناء تأدية العمل العضلي.

فقدان الماء والأملاح في عملية التدريب في ظروف مناخية حارة:

أثناء الأيام التدريبية المتواصلة، وخاصة في ظروف مناخية حارة، يفقد الرياضي مع العرق كمية كبيرة من الماء التي يصاحبها خروج كميات معينة من الأملاح من الجسم فمثلًا يفقد راكض الماراثون خلال يوم تدريبي حافل وفي ظروف مناخية حارة كمية من الماء يمكن أن تصل قيمتها ٩ ألتار لذا فإن عدم التعويض عن هذه الكمية المفقودة من الماء يمكن أن يؤدي إلى خرق جدي في التوازن المائي بصورة عامة والملحي بصورة خاصة مع انخفاض في كفاءة الأداء لذلك ينبغي على الرياضي أن يتناول كمية كبيرة من السوائل في أيام التدريب في الظروف المناخية أو بعدها للتعويض قبل كل شيء عن الماء المفقود الجدول (٢) وفي الظروف المناخية وخاصة عند الإنسان الذي يتأقلم يكون الإحساس الذاتي بالعطش أقل مما عليه. ولذلك فإن حجم ماء الشرب في الأيام الأوائل من التدريب يكون أكبر مما يحدده الإحساس بالعطش. ويمكن أن تكون محدودة من الماء كرقابة لحاجة الجسم من خلال وزن الرياضي قبل وحدات التدريب وبعدها .

إن تناول السوائل بكميات قليلة زائدة لا تؤثر سلبيًا على كفاءة أداء الرياضي لأن الماء الفائض يسهل خروجه من خلال الكليتين أضف لذلك ضرورة الأخذ بعين الاعتبار أن تناول ماء زائد يمكن أن يقود إلى هبوط نضوحية الدم للسوائل الأخرى في الجسم وهذا يؤدي بدوره إلى بعض الأعراض غير المرغوب بها بما في ذلك التشنج لذا فإن شرب الماء في فواصل ما بين التمارين يجب أن تكون بكميات غير كبيرة ولكن بمرات عديدة.

جدول رقم (٢)

حجم الفقدان من الأملاح نتيجة إفراز العرق والتعويض عنها
عند الرياضيين المتأقلمين وغير المتأقلمين

الماء		الملح		
الفقدان	التعويض	الفقدان غ	الاستعاضة غ / ل من ماء الشرب	
١	١	١,٥	وجبة غذاء عادية	
٢	٢	٣,٠		
٣	٣	٤,٥		
٤	٤	٦,٠	غير متأقلم	التأقلم
٥	٥	٧,٥	١,٨	٠,٥
٦	٦	٩,٠	٢,٧	٢,٣

ومع أن هنالك بعض الآليات التي تبدأ بالأشغال في عملية تنفيذ الواجب والتي توجه فهو حبس المحاليل الكهربائية (الصوديوم والكلور والبوتاسيوم، في الجسم فإنه ونتيجة التدريب اليومي المستمر في الظروف المناخية الحارة يمكن أن يكون هنالك فقدان كبير في الأملاح وإذا كان معدل كمية العرق التي يفقدها الجسم خلال يوم واحد يساوي ٣ لتر فإن تعويض الأملاح بالكامل يمكن تعويضها وجبة طعام عادية (انظر جدول ٢).

وهنا فإن الرياضي سيتناول بعض الكميات الإضافية في الأملاح مع السوائل التعويضية) كالمياه المعدنية مثلًا التي يمكن أن تضم كمية قليلة من الأملاح الطبيعية الأساسية (حوالي ٢٠٠ ملغم من الصوديوم ومثلها في البوتاسيوم في اللتر الواحد من المحلول أو لا تحتوي عليها إطلاقًا ويمكن أن تبرز في حالات فقدان العرق اليومي حاجة لنظام خاص بتناول الأملاح على أساس أن لكل ٤ ألتار من العرق تستوجب كمية من الأملاح تتراوح قيمتها بين ٣-٤ غرام في اليوم وإذا كانت كمية العرق تساوي ٥ ألتار ستصبح كمية الأملاح ١٠ غرامات وعند زيادة

العرق إلى ٦ ألتار فستصبح كمية الأملاح ١٥ غرامًا وفي هذه الحالة لابد من تناول الحبوب الملحية بصورة إلزامية مع كمية مكيفة للسائل التعويضي (انظر الجدول ٢) ومن الممكن بعد تدريب مكثف لبضعة أيام في ظروف مناخية حارة ملاحظة نقص في أيونات البوتاسيوم في الجسم أن النتيجة المحتملة لهذا النقص ستمثل في انخفاض كفاءة أداء الهيكل العضلي والقلب وتقلص نواتج العرق وزيادة فقدان الماء والصوديوم مع البول وكذلك خرق إعادة تخليق الكليكوجين في العضلات بعد تنفيذ العمل العضلي لذلك ينبغي أن تشمل الوجبة الغذائية أثناء التدريب المكثف في ظروف مناخية حارة كميات كافية من البوتاسيوم إضافة لذلك فإن عملية تناول المواد التي تضم البوتاسيوم. الذي يذوب بسهولة ويمتص في المعدة بسرعة محفوفة بالمخاطر، لأنها يمكن أن تعزز طرح بوتاسيوم الدم.

النشاط الرياضي في ظروف درجة حرارة الهواء (البرودة)

عند هبوط درجة حرارة الوسط الخارجي يزداد العرق بينها وبين درجة حرارة سطح الجسم ويؤدي ذلك إلى تعزيز فقدان الجسم للحرارة (على حساب الانتقال الحراري بالتوصيل والحمل والإشعاع) ، وإن أهم آلية لوقاية الجسم من فقدان الحرارة في الظروف الباردة تكمن في تضيق الأوعية (الجلدية) وتعزيز نواتج الحرارة في الجسم.

الميكانيكية الفسلجية للتكيف إزاء البرودة

ينخفض نتيجة تضيق الأوعية الجلدية (انقباض الأوعية) عمل نقل الحرارة (مع الدم) من مركز الجسم إلى محيطه.

ولما كان الجلد وخاصة تلك الطبقة السفلى منه بحد ذاتها رديئة التوصيل للحرارة فإن انقباض الأوعية من شأنه أن يعزز كفاءة العزل الحراري (الغلاف) للجسم بحوالي ٦ أضعاف وبتعبير آخر فإن سمك العازل الحراري لدرجة حرارة الجسم «الغلاف» يزداد في الظروف الباردة لذلك تتقلص أبعاد المركز الحراري للجسم.

ويمنع انخفاض نقل الحرارة من مركز الجسم على سطحه هبوط درجة حرارة مركز الجسم ولكن في الوقت نفسه يؤدي إلى انخفاض تدريجي لدرجة حرارة الجلد ويؤدي ذلك بدوره إلى تقليص الفرق في درجات الحرارة بين سطح الجسم والمحيط الخارجي وينخفض بذلك فقدان الحرارة من الجسم.

إن أكثر انقباض وعائي جلدي يحدث عادة في الأطراف وخاصة في أصابع اليد والرجل. مثلًا لتيار الدم خلال الأصابع أن ينخفض بمائة مرة وأكثر (من ١٢٠ إلى ٠,٢ مل/دق/١٠٠ غرام من النسيج) لذلك فإن درجة حرارة نسيج الأجزاء القصوى من الأطراف يمكن أن تنخفض حتى تصبح مساوية لدرجة حرارة الوسط المحيط وهذا هو

ما يفسر تلك الحقيقة التي تشير إلى أن أصابع اليد والأرجل وكذلك صوان الأذن تعتبر الأجزاء الأكثر عرضة للجرح أما الأوعية الرأسية لنقل الدم فإنها الأقل عرضة للتضييق في البرد. لذا فإن جزءًا كبيرًا من الحرارة (لغاية ٢٥٪ من نواتج الحرارة للهدوء) تخرج إلى المحيط من الرأس المكشوف وإلى جانب انقباض الأوعية الجلدية تلعب تلك الحالة التي تشير إلى أن الدم يجري في الظروف الباردة بالدرجة الأساسية في الأوردة العميقة وليس السطحية دورًا كبيرًا في تقليص التوصيل الحراري الداخلي للجسم وبالتالي في الحفاظ على الحرارة. ولما كانت الأوردة العميقة موجودة إلى جوار الشرايين لذا سيحدث بينها تبادل حراري إذ يتسخن الدم الوريدي العائد إلى المركز على حساب الدم الشرياني وكذلك يوجد عائقًا يمنع تبريد مركز الجسم وبالعكس إذ يبرد الدم الشرياني القادم من القلب والذي يجري في شرايين الأطراف تدريجيًا حتى يصل النهايات الجلدية القصوى فتصبح درجة حرارته أكثر انخفاضًا مثلًا عندما تكون درجة الحرارة الخارجية ٩ درجات سيلزيوسية فإن درجة حرارة الدم في الأوعية تنخفض إلى ٢١ درجة سيلزيوسية، وبالتالي ينخفض الانتقال الحراري إلى المحيط.

وهناك ميكانيكية أخرى مهمة في التكيف للظروف الباردة وهي تعزيز النواتج الحرارية جراء ظهور رعشات البرد أي تقلصات عضلية لا اختيارية.

وفي ظروف الهدوء لا يحدث عند الشخص العريان عند انخفاض درجة الحرارة الخارجية من المستوى (٢٩ درجة سيلزيوسية إلى ٢٢ درجة سيلزيوسية)، أما حرارة الجسم فتقاوم أي تغير من جراء تعزيز انقباض الأوعية الجلدية.

عند ظهور الرعشة البردية تستقطب مجاميع عضلية جديدة أكثر فأكثر، بدأ بعضلات الرقبة فالبطن، فالصدر وانتهاءًا بعضلات الأطراف أن طبيعة ودرجة الرعشة البردية غير متساوية عند الأفراد المختلفين. وتحمل رعشة البرد طابعًا مختلفًا فهي تارة تظهر وتارة تختفي بغض النظر عن ارتباطها بتغير درجة حرارة باطن الجسم وسطحه وعندما تكون درجة الحرارة منخفضة جدًا فإن الرعشة تستمر عند الإنسان تستمر طويلًا وكلما كانت رعشة البرد شديد كلما كانت نتائج الحرارة العضلية أكبر وبانخفاض درجة الحرارة الخارجية وكذلك سرعة حركة الهواء (الريح) تزداد حصيلة الرعشة البردية في وقاية الجسد من فقدان الحرارة.

ويكون التعبير عن رعشة البرد عند الأفراد المسنين والكهول أكثر وضوحًا مما عليه عند الشبان، وتتضاعف النواتج الحرارية في الظروف الباردة قليلًا كما تنخفض درجة حرارة الجسم بصورة أكبر وعلى العموم فإن الرجال المسنين يتحسسون قليلًا أو لا يتحسسون للمؤثرات الموضعية الباردة.

ويمكن أن تتضاعف النواتج الحرارية أيضًا بسبب تقوية العمليات التي لا ترتبط بالرعشة الباردة.

إن استهلاك كميات الأوكسجين في الظروف الباردة يتضاعف في حالة الهدوء. وتعتمد قيمته هذه على المضاعفة الشحمية أسفل الجلد وطبيعة الملابس وكذلك على فترة المكوث في البرد ، وتتضاعف سرعة استهلاك الأوكسجين طرديًا مع زيادة الطرح القلبي فمثلًا سرعة استهلاك الأوكسجين والطرح القلبي عند الإنسان العادي في درجة حرارة مقدارها خمس درجات سيلزيوسية تتضاعف بمرتين ، وكذلك عند التعرض للبرد يبقي (ت ت ق) بدون تغير لذا يتضاعف الطرح القلبي نتيجة مضاعفته الحجم الانبساطي فقط.

وفي هذا المجال تكون استجابة القلب تجاه هذا البرد متميزة مما هو عليه في ظروف النشاط العضلي ويتضاعف الطرح القلبي في الحالة الأخيرة بسبب مضاعفة (ت ت ق) درجة أساسية.

كفاءة الأداء البدني في الظروف المناخية الباردة

ينخفض العازل الحراري للجسم بصورة ملحوظة أثناء العمل العضلي الذي يجري في ظروف حرارية باردة ، ويتعزز حبس فقدان العازل الحراري (بالتوصيل والحمل) ، ويعني هذا أنه من أجل حبس التوازن الحراري لابد من توليد كبير للحرارة مما عليه في ظروف الهدوء ومع هبوط درجة الحرارة الخارجية وزيادة التمايز الحراري بين الجسم والمحيط الخارجي فإن النواتج الحرارية ينبغي أثناء النشاط العضلي أن تتضاعف ، فإذا كان النشاط العضلي بشدة غير كافية لكي يؤمن تكوين حرارة إضافية فإن درجة حرارة الجسم ستنخفض إلى أقل من القيمة الطبيعية (هبوط الحرارة).

وأثناء الحمولات ذات القدرة المتواضعة (باستهلاك كمية من الأوكسجين تصل إلى (١,٢- ١,٤ ل/دق) فإن سرعة استهلاك الأوكسجين في ظروف انخفاض درجة حرارة الهواء أكبر مما عليه في درجات حرارة مريحة. وأثناء تنفيذ الحمولات الكبيرة (تزيد كمية استهلاك الأوكسجين ١,٤ ل/دق) فإن سرعة استهلاك الأوكسجين لا تعتمد على درجة الحرارة الخارجية وإذا كانت سرعة استهلاك الأوكسجين واحدة فإن العمل في ظروف باردة يتطلب هبوط بعض الشيء لـ (ت ت ق) وزيادة الحجم الانقباضي مقارنة مع العمل المماثل في ظروف حرارية محايدة.

إن مضاعفة صرفيات الطاقة (سرعة أكبر في استهلاك الأوكسجين) أثناء العمل بقدرة غير كبيرة نسبيًا في ظروف مناخية باردة ترتبط بالرعشة الباردة، التي تختفي بمضاعفة الحمولة إلى كميات كبيرة.

وتنخفض درجة الحرارة المستقيمة عند تنفيذ حمولات خفيفة في حين تبقى بنفس مستواها عند تنفيذ حمولات ثقيلة، الذي كانت عليه في الظروف المناخية المريحة وهكذا وتبدأ من مستوى قدرة معينة للحمولة البدنية (تساوي سرعة استهلاك الأوكسجين ٢ ل/ دق تقريبًا) حيث تبدأ عندها المستوى الحرج لنواتج الطاقة الذي يلائم فقدان الحرارة، تختفي الرعشة الباردة ويستقر انتظام درجة حرارة الجسم.

وعندما تكون درجة حرارة الجسم طبيعية أو مرتفعة نتيجة النشاط العضلي فإن القيم العظمى لـ (ت ت ق) تبقى في الظروف المناخية الباردة دون تغير يذكر ولكن التنفس الرئوي يقوي بعض الشيء ، أما الزمن الأقصى للركض فيقل ويؤدي هبوط الحرارة إلى انخفاض، إذ يبلغ مقدار الانخفاض عندما تكون درجة حرارة باطن الجسم ٣٧,٥ درجة سيلزيوسية فأقل، حوالي ٥ - ٦ ٪ لكل درجة سيلزيوسية واحدة تنخفض عن درجة الجسم المشار إليه، ويكمن في أساس هذا الانخفاض هبوط الطرح القلبي بسبب تقلص قيمة (ت ت ق)، وتجدر الإشارة إلى أن مطاولة الإنسان تنخفض في ظروف الهبوط الحراري، إذ يتقلص الزمن الأقصى لتنفيذ العمل ذي القدرة الغازية الثابتة على الرغم من أن التقويم الذاتي للحمولة لا يعتمد على درجة حرارة الجسم.

إن القوى الديناميكية العظمى تتناسب طرديًا ضمن حدود معينة مع درجة الحرارة العضلية ، لذا ففي تلك التمارين التي تتطلب إظهار قيمة ديناميكية عظمي (الألعاب القصيرة، الوثب) تنخفض النتائج في الظروف المناخية الباردة وتسبب انخفاضًا في درجة الحرارة العضلية وكثيرًا تجري التمارين التدريبية وكذلك تمارين المباريات في عدد من الأنواع الرياضية (رياضة الجليد وغيرها) في ظروف مناخية باردة ، ولكن هذه الظروف المناخية الباردة باستثناء البرد القارص والريح الباردة الشديدة لا تشكل معضلة جديدة في تنظيم درجة حرارة الجسم وكفاءة أداء الرياضي ، ولعل ذلك يعود بالدرجة الأساسية إلى النشاط العضلي المكثف.

ويمكن لهذه الحرارة أن تسبب تسخينًا ملحوظًا للجسم للمحافظة على درجة حرارته حتى في الظروف المناخية الباردة. وإذا كان بمقدار رعشة البرد الاختيارية أن تضاعف التبادل الأساسي بمقدار (٢-٥) أضعاف فإن النشاط العضلي المكثف سيضاعف ذلك بمقدار ٢٠-٣٠ مرة كما يحدث انتقال الحرارة إلى الخارج في الظروف المناخية الباردة بسهولة عن طريق التوصيل والحمل والإشعاع ، أما في حالات إفراز العرق فإن انتقال الحرارة يحدث عن طريق تبخر العرق ، إضافة لما تقدم فإن الظروف المخففة لإيصال الحرارة تشكل في حالات انخفاض (ولكن ليس لحد الانجماد) درجات الحرارة منطلقات لكفاءة أداء كبيرة في تمارين المطاولة أفضل مما هي عليه عند العمل في الظروف الحارة، فمثلًا تكون درجة الحرارة عند الرياضي في ركض الماراثون عند درجة حرارية لا تتجاوز

١٢ درجة سيلزيوسية أقل مما كانت عليه قبل الركض (٣٧° بعد الركض و٣٧,٣° قبل الركض).

وتظهر معضلات معينة في بداية التواجد في الأماكن الباردة أو حينما تنفذ في هذه الظروف أعمالًا مكررة تتعاقب معها نشاطات عضلية كبيرة واستراحات وفي هذه الحالة يكون للملابس الرياضية أهمية معينة حيث تمنع تبريد الجسم بسبب الفقدان السريع للحرارة وفي ظروف باردة جدًا يمكن للحرارة التي يفقدها الجسم أن تتجاوز ***npogyapyemoe*** عند الفعالية العضلية التي تجري نحو حالة هبوط الحرارة.

التأقلم في البرد

إن الوجود المتواصل لفترة طويلة في ظروف باردة يضاعف لدرجة ما كفاءة الشخص في تحمل البرودة، أي المحافظة على درجة الحرارة المطلوبة لباطن الجسم عند انخفاض درجة حرارة الوسط (التأقلم البارد) وتكمن في أساس التأقلم البارد انخفاض فقدان الحرارة.

وينخفض عند الأفراد المتكيفيين في البرد وانقباض الأوعية بحيث تكون درجة حرارة الأطراف عندهم أعلى مما هى عليه عند الأفراد الذين لم يتأقلموا. وتلعب هذه الآلية دورًا دفاعيًا أي تمنع الأضرار الناجمة عن البرد (لسعة الجليد) في الأجزاء الطرفية من الجسم وتمكن من تحقيق حركات تنسيقية في الأطراف في ظروف درجات الحرارة المنخفضة.

أما الأشخاص الذين يضعون أرجلهم في الماء البارد بصورة دورية (التأقلم المحلي البارد) فإنهم لا يتعرضون أثناء ذلك إلى انخفاض كبير في الدورة الدموية الموضعية وينبغي بحث هذه الظاهرة أيضًا كإجراءات دفاعية. وهكذا ستتعرض الأطراف عن الأشخاص المتأقلمين إلى تبريد أقل.

وتزداد أثناء عملية التأقلم البارد نواتج حرارة الجسم فيزداد التبادل الأساسي ويتضاعف الإيقاع العضلي وتتعزز رجفة البرد أي يحدث إعادة تركيب ميتابولي باطني وداخلي وبالإضافة لذلك فإن العديد من الباحثين لم يعثروا على تأقلم في البرد، وخاصة بالنسبة للنشاط العضلي في الظروف الباردة.

إلا أن الأشخاص المعدين بدنيًا (المتمرنين) يحتملون الظروف الباردة أفضل من الأشخاص من غير المتدربين. ويسبب التدريب البدني عوامل متشابهة في بعض معانيها مع التأقلم البارد إذ يستجيب الأفراد المتدربون على التعرض البارد بقوة كبيرة للنواتج الحرارية وبدرجة أقل في هبوط درجة حرارة الجلد من الأشخاص من غير المتدربين.

الفصل الثانى

كفاءة الأداء الرياضي في ظروف انخفاض درجة حرارة الجو وضغطه (الجبال المتوسطة)

المقدمة

يمتلك الهواء الجوي وزنًا ملحوظًا يحدد بموجبه الضغط الجوي وينضغط هذا الهواء تحت تأثير وزنه ، لذا فإن ضغطه وكثافته عند سطح الأرض (على مستوى سطح البحر) يتخذان أكبر قيمة لهما من أي مكان آخر ، و تنخفض تلك القيمة من ارتفاع عمود الهواء (الجدول ٣) ويشكل هبوط الضغط الجوي مع الارتفاع ظروفًا لهبوط الضغط فكلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر انخفض الضغط الجوي وينخفض معه الضغط الجزيئي للغازات التي تشكل الهواء الجوي ، ويتخذ هبوط الضغط الجزيئي للأوكسجين وبالتالي انخفاض عدد جزئياته في حجم الهواء المستنشق، أي أن لظروف هبوط الأوكسجين أهمية كبرى بالنسبة للإنسان ، ويخضع الإنسان في المرتفعات لظروف مضاعفة بهبوط كمية الأوكسجين ، ويمكن أن تبرز مثل هذه الظروف في الحجرة البارومترية شديدة الإحكام من خلال انخفاض الضغط فيها ، ويمكن أحيانًا بطريقة ما تنفس مزيج من الغازات التي تكون كمية الأوكسجين فيها منخفضة بحيث يكون الضغط البارومتري للغازات اعتياديًا ، وبزيادة الارتفاع يؤدي النقص في كمية الأوكسجين في الهواء الجوي إلى هبوط في الضغط الجزيئي للأوكسجين في هواء الحويصلات وانخفاض كميته في الدم الشرياني ، وستسوء نتيجة لذلك عملية تأمين الأنسجة بالأوكسجين ، وعليه فإن عملية المكوث في الجبال تتطلب وسائل فسلجية متخصصة للمحافظة على تكيف عملية تزويد الجسم بالأوكسجين ، أما العامل الثاني في انخفاض كثافة الهواء الجوي في المرتفعات فيكمن في انخفاض المقاومة الخارجية للهواء إزاء الجسم المتحرك ، لذلك فعند التحرك بسرعة واحدة سيكون الشغل الخارجي في

المرتفعات أقل مما هو عليه في السهول ، ويظهر هذا بصورة خاصة في التمارين الرياضية ذات سرعة انتقال كبيرة ففي ركض المسافات القصيرة وكذلك في التزلج السريع على الجليد وفي سباق الدراجات لمسافات قصيرة في المرتفعات يمكن بلوغ نتائج رياضية أعلى مما عليه في السهول ، وكلما كانت درجة الحرارة منخفضة كلما كان الارتفاع عاليًا ، فإذا كان معدل درجة الحرارة عند مستوى سطح البحر يساوي ١٥ درجة سيلزيوسية فإنه يمكن أن ينخفض هذا المعدل بمقدار ٦,٥ درجة سيلزيوسية لكل ١٠٠٠ متر ويستمر هذا الانخفاض حتى بلوغ علو بمقدار ١١٠٠٠ متر.

«ما يهم التطبيق الرياضي هو معرفة كيفية التأثير الفسلجي على ذلك الجزء في المرتفعات الذي يبدأ بـ ١٥٠٠ متر وينتهي عند ٣٠٠٠ متر».

جدول رقم (٣)

الضغط الجوي والضغط الجزيئي للأوكسجين في الجو وفي هواء الحويصلات في ارتفاعات مختلفة

الارتفاع م	الضغط الجوي		الضغط الجزئي للأوكسجين في الهواء الجوي ملم زئبق ظروف الهدوء ملم/زئبق	الضغط الجزئي للأوكسجين في هواء الحويصلات
	ملم زئبق	ضغط جوي		
صفر	٧٦٠	١,٠	١٤٩	١٠٥
١٠٠٠	٦٨٠	٠,٩	١٤٢	٩٤
٢٠٠٠	٦٠٠	٠,٨	١٢٥	٧٨
٣١٠٠	٥٣٠	٠,٧	١١١	٦٢
٤٣٠٠	٤٥٠	٠,٦	٩٤	٥١
٥٦٠٠	٣٨٠	٠,٥	٧٥	٤٢
٧٠٠٠	٣٠٥	٠,٤	٦٤	٣١
٩٠٠٠	٢٣٠	٠,٣	٤٨	١٩

التأثيرات الفسلجية الحادة في الضغط الجوي المنخفض

تظهر عدد من التغيرات الفسلجية في الجسم حال مكوثه في الحجرة البارومترية وتسبب هذه التغيرات تكوين ظروف مواتية لهبوط كمية الأوكسجين .

وظائف التنفس

تبقى حاجة الجسم إلى الأوكسجين في ظروف الهدوء أو عند تنفيذ حمولات دون القصوى في المرتفعات كما هي عليه في المناطق المستوية ، لذا فإن التأمين التكيفي

للجسم بالأوكسجين يتطلب أن يكون انخفاض عدد جزيئات الأوكسجين في وحدة الحجوم في الهواء ذي الضغط المنخفض في المرتفعات قابلًا للتعويض من خلال زيادة حجم التنفس الرئوي. ومع الارتفاع عن مستوى سطح البحر تنخفض قيمة الرطوبة النسبية للهواء ، ولما كان الهواء في الجبال أكثر جفافًا لذا فإن فقدان الماء الذي يصاحب هواء الزفير سيكون أكبر في هذه الظروف مما هى عليه في مستوى سطح البحر ، وإذا ما نفذنا عملاً لفترة طويلة في المرتفعات فإن الفقدان الكبير للماء يمكن أن يؤدي إلى نزع الماء.

إن الأشعة الشمسية والأشعة فوق البنفسجية تكون في الجبال أكثر كثافة مما هي عليه في المناطق المنبسطة مما يمكن أن يسبب صعوبات إضافية ، ولما كانت قوة الجاذبية تتناقص كلما زاد الارتفاع لذا فإن الظروف في المرتفعات يمكن أن تهيئ أساسًا جديًا لبلوغ نتائج رياضية عالية في تلك الأنواع من الرياضة كالقفز والوثب ، وينفذ التدريب والسباق في جميع الأنواع الرياضية باستثناء تسلق الجبال في مرتفعات يصل علوها إلى ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ متر، لذا فإن هذا يُعَدُّ أكبر ميكانيكية وظائفية أساسية لتكيف الجسم السريع لظروف هبوط الأوكسجين في المرتفعات ، وعند الارتفاعات التي تصل إلى ٣٠٠٠ - ٣٥٠٠ متر، وفي ظروف الهدوء يكون تعزز التنفس الرئوي في بداية الأمر غير ذي شأن يذكر ، لذا سرعان ما يلاحظ انخفاض كبير في الضغط الجزيئي للأوكسجين في هواءالحويصلات ، أما عند تنفيذ العمليات العضلية في المرتفعات فإن حجم التنفس الرئوي يكون منذ البداية أكبر كثيرًا مما عليه في المناطق المنبسطة ، ويلاحظ عند الفرد نفسه أن حجم التنفس الرئوي الذي يحتاجه وهو ينفذ حمولة مطلقة واحدة (تساوي كمية الأوكسجين المستهلك) يزداد شدة كلما زاد الارتفاع .

إن هبوط كثافة الهواء في المرتفعات العالية تخفف عملية التنفس الخارجي من جانب، إلا أن الضغط البارومتري المنخفض يقلل كفاءة العضلات التنفسية في مضاعفة الضغط الصدري الداخلي من جانب آخر ، ولكن على العموم تكون الإمكانية القصوى للجهاز التنفسي في المرتفعات أكبر مما هى عليه عند مستوى سطح البحر ، ويمكن للتنفس الرئوي عند تنفيذ حمولة قصوى على ارتفاع عالٍ أن يصل إلى قيمة مقدارها ٢٠٠ ل/دقيقة.

يؤدي انخفاض الضغط البارومتري إلى هبوط الضغط الجزيئي للأوكسجين في جميع حلقات منظومة نقل الأوكسجين في الدم بالرغم من أن تعزيز التنفس الرئوي وغيرها من الآليات الفسلجية تعيق هبوط الأوكسجين في الدم وفي أنسجة الجسم الأخرى.

ونتيجة لذلك فيمكن لضغط الأوكسجين أن يساوي بالقرب من الحبيبات ١٠ ملم زئبق عند مستوى سطح البحر وحوالي ٥ ملم زئبق على ارتفاع ٥٠٠٠ متر ، إن مثل هذا الضغط لا يزال كبيرًا بحيث يؤمن الظروف الدنيا لجريان عمليات الأكسدة الأنزيمية في خلايا الجسم.

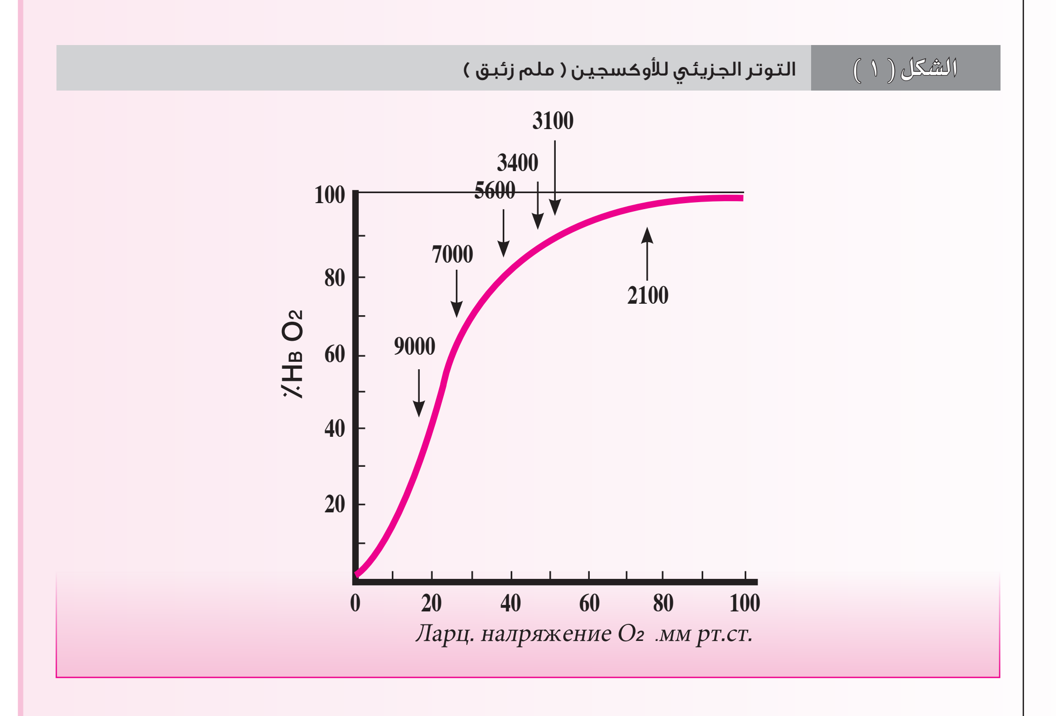
يتحدد ضغط الأوكسجين في هواء الحويصلات بواسطة ضغط هذا الغاز في هواء الشهيق وكمية التنفس الرئوي ، وكلما كانت الكمية الأخيرة أكبر، أي كلما كان تبادل الهواء في الرئتين أكبر كلما كان تركيب هواء الحويصلات قريبًا من الهواء الجوي ، ولكن في جميع الحالات فإن الضغط الجزيئي للأوكسجين في هواء الحويصلات يستطيع فقط أن يقترب من هواء الشهيق (في الهواء الجوي) وليس أن يساويه ، أما تجاوزه فذلك مستحيلًا ، وعليه فكلما زاد الارتفاع (انخفاض الضغط البارومتري) هبط الضغط الجزيئي للأوكسجين في الهواء الجوي وهبط معه الضغط المذكور في هواء حويصلات (انظر جدول ٣) ، وينخفض طرديًا مع هبوط الضغط الجزيئي للأوكسجين في الهواء الجوي وهواء الحويصلات التوتر الجزيئي للأوكسجين في الدم الشرياني (هبوط الأوكسجين) ، وهذا هو أحد المنبهات الأساسية في تعزيز التنفس الرئوي في ظروف الهدوء ، وبسبب هبوط التنفس يتحرر ثاني أوكسيد الكربون في الدم مع هواء الزفير ، ونتيجة لذلك فإن توتر ثاني أكسيد الكربون في الدم الشرياني ينخفض مع الصعود إلى المرتفعات ، أي تقوى عملية هبوط ثاني أكسيد الكربون في الدم والتي يمكن بدورها أن تعزز النسيج العضلي وانقباض الأوعية بصعوبة كبيرة ، وتعتبر نتائج عملية تضييق أوعية الدماغ مزعجة جدًّا للجسم.

عند تعزيز عملية طرد ثاني أوكسيد الكربون من الدم مع هواء الزفير فإن تركيز ثاني أوكسيد الكربون المذاب في الدم سينخفض بصورة أكبر من انخفاض البيكربونات، لذلك فإن المؤثر الآخر لهبوط التنفس العالي هو إزاحة استجابة الدم بالاتجاه القلوى أي مضاعفة PH ، وأن هبوط التوتر الجزيئي لثاني أكسيد الكربون ومضاعفة PH في الدم الشرياني يسبب تأثيرًا لإعاقة المركز التنفسي ، لذا ينبغي أن ينظر إلى مستوى التنفس في المرتفعات كفسلجة موفقة بين التكيف المطلوب في تزويد الجسم بالأوكسجين في ظروف هبوط الأوكسجين وضرورة المحافظة على التوازن الحامضي - القلوي - في قيمته الطبيعية.

يؤدي هبوط التوتر الجزيئي للأوكسجين في الدم الشرياني في ظروف هبوط الأوكسجين العالي في انخفاض التشبع النسبي للهيموغلوبين بالأوكسجين وبالتالي إلى انخفاض تركيز الأوكسجين في الدم ، فعلى ارتفاعات تتراوح بين ٢٠٠٠-٣٠٠٠ متر يساوي الضغط الجزيئي للأوكسجين من هواء الحويصلات ٦٠-٨٠ ملم زئبق تقريبًا ، أي أنه يكون ضمن حدود السطح العلوي لقسم منحني تفكك الهيموغلوبين المؤكسد (الشكل ١) ويضمن ذلك ارتفاعًا نسبيًا لتشبع الدم بالأوكسجين في الشعيرات الرئوية يزيد عن ٩٠٪ من الهيموغلوبين في هيئة هيموغلوبين مؤكسد، وفي المرتفعات العالية ينخفض ضغط الأوكسجين في الحويصلات في القسم الوسطي لمنحني تفكك الهيموغلوبين المؤكسد ، لذلك فإن كفاءة ارتباط الأوكسجين في الدم ونقله في المرتفعات العالية ستنخفض بصورة

حادة ، إن هبوط تشبع الدم الشرياني بالأوكسجين لغاية ٨٠٪ من القيمة الطبيعية يولد جملة من أعراض هبوط الأوكسجين الثقيلة والتي تعرف (بالمرض الجبلي) كوجع الرأس والشعور بالتعب واضطراب النوم واضطراب الجهاز الهضمي وغير ذلك.

الشكل (١) التوتر الجزيئي للأوكسجين (ملم زئبق)



وأثناء العمل العضلي وفي ظروف هبوط الأوكسجين العالي ينخفض الضغط الجزيئي للأوكسجين في الدم الشرياني أما في الدم الوريدي، فيكون كما هو عليه في الظروف الاعتيادية ، لذا فإن تباين منظومة الشريان الوريدي فيما يتعلق بكمية الأوكسجين في الظروف الجبلية تكون أقل مما هي عليه في المناطق المستوية عند تنفيذ العمل نفسه وكلما كان الارتفاع أكبر - حيث درجة هبوط الأوكسجين أكبر - والحمولة أكثر شدة كلما انخفض توتر الأوكسجين وتشبع الدم الشرياني به بصورة أكثر وضوحًا.

عند تنفيذ عمل عضلي في المرتفعات فإن مضاعفة تركيز الحامض اللبني في العضلات والدم يحدث عن تنفيذ حمولات أقل مما ينبغي تنفيذها في مستوى سطح البحر «انخفاض العتبة اللاأوكسجينية» فتركيز الحامض اللبني في العضلات والدم للحمولة الواحدة عند أداء العمل في المرتفعات يكون أكبر مما هو عليه في مستوى سطح البحر، لذلك فإن القدرة



اللاأوكسجينية القصوى وعلى الأقل ذلك الجزء منها والذي تحدده منظومة وجود حامض اللبنيك في الدم لا تنخفض في المرتفعات ، وتشهد على ذلك تلك الحقيقة التي تشير إلى أن الدين الأوكسجيني الأعظم يكون في الأيام الأولى في المرتفعات كما هو عليه عند مستوى سطح البحر.

وظيفة الدورة الدموية

يعوض عن هبوط تشبع الدم بالأوكسجين عند أداء عمل أوكسجيني دون قيمته القصوى في المرتفعات من خلال زيادة الطرح القلبي ، أما الحجم الانقباضي في هذه الحالة فسيكون كما هو أو أقل قليلًا مما هو عليه في الظروف الطبيعية ، ولا تختلف مؤشرات ضغط الدم الشرياني بصورة ملحوظة عما عليه في المناطق المستوية على الرغم من ملاحظة بعض الانخفاض للضغط الانبساطي في المرتفعات ، ويرتبط ذلك بانخفاض المقاومة المحلية للأوعية ، وتكون القيمة العظمى للطرح القلبي والحجم الانقباضي واحدة في المرتفعات وعند مستوى سطح البحر عند تنفيذ حمولات أوكسجينية قصوى ، أما القيمة القصوى للطرح القلبي الأعظم فيتم الحصول عليها في ظروف هبوط الأوكسجين عند تنفيذ حمولة بشدة أقل مما هي عليه عند مستوى سطح البحر ومع الصعود إلى المرتفعات ينخفض تيار الدم التاجي وتأمين الأوكسجين واحتياج العضلة القلبية له في ظروف الهدوء.

ومن أجل تغطية استهلاك العضلة القلبية من الأوكسجين أثناء عمل عضلي متوتر فلابد أن يكون تيار الدم التاجي في المرتفعات أكبر مما عليه في مستوى البحر (وتقدر هذه الزيادة بـ ١٠٪ في ارتفاع ٢٥٠٠ متر و٣٠٪ في ارتفاع ٤٠٠٠ متر) .

ومن الآليات المهمة لزيادة الطرح القلبي أثناء العمل في المرتفعات يمكن اعتبار زيادة الحجم المركزي للدم والذي يؤدي إلى زيادة العودة الوريدية ويحدث ذلك استجابة لانخفاض توتر أوكسيد الكربون في الدم الشرياني (هبوط ثاني أكسيد الكربون في الدم).

ومع مضاعفة الطرح القلبي فإن إمكانيات الجسم في نقل الأوكسجين أثناء تنفيذ عمل عضلي في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأوكسجين يتضاعف نتيجة تعزيز تركيز الدم القائم مما يؤدي إلى مضاعفة وجود الأوكسجين في الدم الشرياني، لذا فإن انخفاض ضغط (وجود) الأوكسجين في هواء الشهيق أثناء تأدية العمل في المرتفعات يولد تقوية إضافية للتنفس الرئوي ويضاعف الطرح القلبي ودرجة تركيز الدم مقارنة بالظروف القائمة في مستوى سطح البحر.

إن هذه الآليات الإضافية تزيد نقل الأوكسجين إلى العضلات العاملة وأنسجة الجسم الأخرى ولكن حتى في ظروف المرتفعات المتوسطة فإن هذه الاستجابات التكيفية لا يمكن أن تعوض بالكامل الضغط الجزيئي وتركيز الأوكسجين في هواء الحويصلات والدم الشرياني.

لذلك تنخفض القدرة الغازية القصوى في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأوكسجين وتزداد قيمة توليد الطاقة اللاأوكسجينية من أجل تأمين العمل العضلي الشديد.

تزداد سرعة استهلاك الأوكسجين في بداية العمل بصورة أبطأ مما عليه في الظروف الاعتيادية. ويرتبط هذا لحد كبير مع تباطؤ إعداد منظومات الدورة الدموية، وذلك فإن العمل في الظروف الجبلية يتسم بزيادة نقص كمية الأوكسجين.

إن العمل الشديد للجهاز التنفسي والقلب وكذلك خرق الحركة التنفسية يؤدي إلى أن تكون القيمة الطاقية في مثل هذه الظروف أعلى مما عليه في ظروف مستوى سطح البحر، فمثلاً يتجاوز عند تنفيذ العمل نفسه في المناطق المستوية بمقدار ٥٪ أما تقوية نشاط منظومات التنفس والدورة الدموية في تأمين العمل العضلي في المرتفعات يشكل منطلقات لتطوير الإرهاق بصورة أسرع مما عليه عند مستوى سطح البحر ، وأثناء المكوث في مرتفعات عالية تحدث تغيرات في الحالة الوظيفية للمنظومة العصبية والتي يخرق بنتيجتها التنظيم الطبيعي لوظيفة الجسم.

التأقلم الجبلي (تكيف الارتفاع)

يعني مصطلح التأقلم الجبلي « مجموعة الوسائل الفسلجية التكيفية المتخصصة التي تبرز أثناء عملية المكوث الطويلة أو غير الطويلة في المرتفعات ».

وينخفض هذا التكيف بتأثير هبوط ضغط الأوكسجين في هواء الشهيق (هبوط الأوكسجين) على حجم الإنسان ، ويضاعف كفاءة أدائه في هذه الظروف المتخصصة، ومن الممكن تقسيم ميكانيكية التكيف الطبيعي في ظروف المرتفعات الجوية إلى قسمين ويؤمن القسم الأول تقوية نقل الأوكسجين إلى أنسجة الجسم ، في حين يؤثر القسم الثاني على المستوى النسيجي ويوجه لتقوية فاعلية استخدام الأوكسجين من قبل الخلايا لتوليد الطاقة الأوكسجينية. كلما كانت فترة المكوث في المرتفعات أطول كلما زاد اكتمال التكيف نحوها وبالتالي تصاعدت كفاءة الأداء في ذلك المرتفع ، إن أقصر فترة لازمة للتكيف إزاء المرتفعات تعتمد قبل كل شيء على الارتفاع نفسه ، إذ تساوي هذه الفترة ٧-١٠ أيام إذا كان الارتفاع ينحصر بين ٢٠٠٠-٢٥٠٠ متر وتزداد إلى ١٥-٢١ يوم عند زيادة علو المرتفع إلى ٣٦٠٠ ، وأخيرًا فإن هذه الفترة تساوي ٢١-٢٥ يوم إذا كان علو المرتفع ٤٥٠٠ وما هذه سوى فترات تقريبية لأن الجزء الأساسي في هذا المجال يعتمد على المزايا الذاتية للشخص، إضافة لذلك فإن أي تواجد في الجبال لا يمكن أن يقود إلى مستوى كفاءة الأداء التي يتمتع بها الفرد عند مستوى سطح البحر مهما كان تواجد ذلك الشخص في المرتفعات طويلاً، ولا يمكن أن يكون عند سكان المناطق المنبسطة الذين يتواجدون في المرتفعات ذلك المستوى من الاقتصاد في نقل الأوكسجين وطرحه الذي يتمتع به سكان المناطق الجبلية،

فبعض الناس لا يمكنهم إطلاقًا التكيف في المرتفعات ويعانون من شدة المرض الجبلي ويلاحظ ذلك أحيانًا عند الأشخاص الذين يولدون في الجبال. ويمكن تقسيم المكوث في الجبال بالنسبة للطول إلى أربعة درجات من التأقلم هي:

١- حادة لغاية ٣٠ دقيقة.
٢- قصيرة بضعة أسابيع.
٣- طويلة بضعة أشهر.
٤- ثابتة العيش الدائم في المرتفعات.

تضم الميكانيكية الأساسية في التكيف إزاء ظروف الهبوط البارومتري لهبوط الأوكسجين الآتي:

١- مضاعفة التنفس الرئوي وما يصاحبه من تغيرات في توازن الحامض القلوي في الدم وأنسجة أخرى.
٢- تقوية انتشار كفاءة الرئتين.
٣- مضاعفة تركيز الكريات الحمراء والهيموغلوبين في الدم.
٤- التغير في المستوى النسيجي.

تعزيز التنفس الرئوي

يرى هبوط التنفس التكيفي في الساعات الأولى من الوصول إلى المرتفعات ويحدث على مدار عدد من الأيام مضاعفة مستمرة للتنفس الرئوي عند تنفيذ الحمولة نفسها. وبعد مضي أسبوع من المكوث في المرتفع المعين يستقر المستوى المرتفع في التنفس الرئوي (الشكل ٢) ويقلل التأقلم الطويل إزاء ظروف الهبوط البارومتري لهبوط الأوكسجين حساسية ميكانيكية المستقبل الكيمياوي لتنظيم التنفس إذ تضعف تأثير الانعكاسات على المركز التنفسي واستجابته إزاء مؤثرات هبوط الأوكسجين وهبوط ثاني أوكسيد الكربون.

وتشير الدراسات بأنه على مدى ٢٢ يوم في المكوث في مرتفعات تعلو ٤٣٠٠م ويساوي استهلاك الأوكسجين أثناء تأدية العمل كمية تراوحت بين ٢,٦-٢,٧ لتر/دقيقة.

وتعاقبت التجارب بعد مضي يوم من التنفس بالهواء الجوي والأكسجين التنفسي وعند العودة إلى ظروف المناطق المنبسطة ينبغي مرور بضعة أسابيع كي يمكن للتنفس الرئوي أن يبلغ مستواه الطبيعي.

مضاعفة الكفاءة التنافذية للرئتين

تتغير الكفاءة التنافذية للرئتين أثناء التأقلم الجبلي ببطء شديد ، وهكذا فبعد مضي ستة أشهر من الإقامة في مرتفع يبلغ علوه ٥٨٠٠ متر لا تلاحظ تغيرات ملحوظة في الكفاءة التنافذية للرئتين ، إضافة لذلك فإن الكفاءة التنافذية عند السكان الثابتين والذين يعيشون في المرتفعات العالية فترة طويلة تكون أكثر وضوحًا من سكنة المناطق المنبسطة، ويمكن للسطح العام للرئتين من أجل تنافذ الغازات عند الأشخاص الذين يعيشون فترة طويلة في المرتفعات أن يتضاعف بعض الشيء من خلال مضاعفة مساحة الحويصلات وحجم (سطح) الحويصلات الرئوية بفضل تمددها الدائم أي التوسع ، ويؤدي هذا إلى جعل غشاء الحويصلات الشعيرية أكثر رقة الأمر الذي يسهل تنافذ جزيئات الأوكسجين من خلاله ، كما أن تباطؤ جريان الدم خلال الأوعية الرئوية الموسعة يحسن الظروف لانتشار الأوكسجين.

يتسم السكان الدائمون في مناطق المرتفعات العالية بأن جميع السعات الرئوية (العامة والحيوية والمتبقية الوظائفية) وكذلك الحجم المتبقي للرئتين مضاعفة مقارنة بسكان المناطق المنبسطة.

التغير في منظومة الدم

توجه التغيرات التكيفية الأساسية في منظومة الدم نحو مضاعفة إمكانياتها لنقل الأوكسجين ، ويعتبر التأقلم إزاء المرتفعات كتكيف إزاء التوتر الجزئي المنخفض للأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون في الدم وفي الأنسجة الأخرى ، ويعيق هبوط التنفس الكبير هبوط الضغط الجزئي للأوكسجين في هواء الحويصلات وبالتالي في الدم الشرياني ، ولكن درجة انخفاض التوتر الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني يلاحظ مباشرة عند الوصول إلى المرتفعات ، وتبقى ثابتة طيلة أسابيع عديدة من التأقلم ، أما عند المكوث القصير في المرتفعات فيستمر هبوط التوتر الجزئي لثاني أوكسيد الكربون في الدم إضافة لمضاعفة التنفس الرئوي ، ولكن نتيجة التأقلم الطويل المستمر فإنه يتضاعف، وهو ما يظهر سواء كان ذلك في ظرف الهدوء أو في زمن الأداء العضلي.

تجري استعادة التوازن الحامضي - القلوي في الدم وغيره في سوائل الجسم خلال بضعة أيام من وصول الفرد إلى المرتفعات بصورة تدريجية بفضل تعزيز إفراز القلويات (البيكربونات) من الدم خلال الكليتين مع البول وتنتهي عملية تنشيط إفراز البيكربونات من الدم، عندما يستعيد المؤشر PH قيمته الطبيعية (٧,٤٠) ، ويؤدي انخفاض القلاء إلى مواصلة التنشيط الرئوي.

إن انخفاض تركيز القاعدة الموازن (الاحتياطي القلوي) في دم الأشخاص الذين تأقلموا في المرتفعات الكبيرة يتخذ مؤشرًا سلبيًا، إذ تنخفض الكفاءة لمقاومة الأحماض التي تظهر أثناء العمل العضلي نتيجة تكوين (حامض اللبنيك) في الدم وخروجها منه ، ويمكن أن يكون ذلك أحد الأسس في هبوط كفاءة الأداء.

وينخفض تركيز الأسيد في الدم الشرياني عند تنفيذ حمولة غازية دون القصوى مع زيادة التأقلم إزاء الارتفاع ، كما أن تركيز الأسيد الأقصى في الدم للشخص المعين هو الآخر ينخفض بعض الشيء في عملية التأقلم في المرتفعات لفترة طويلة.

ويكون حجم البلازما في الدم في الأيام الأول للوصول في المرتفعات قد انخفض مقارنة بالحجم في المناطق المنبسطة لذا يزداد مؤشر هبوط الكريات الحمر ، ويتضاعف فكلما كان الارتفاع أعلى كلما كان فقدان البلازما أشد ، مثلاً بعد أسبوع من المكوث في مرتفع يبلغ علوه ٢٣٠٠ متر سينخفض حجم البلازما بمقدار يبلغ معدل ٨٪ في حين سيزداد هذا الانخفاض إلى ١٦٪ عند زيادة الارتفاع إلى ٤٣٠٠م ويزداد هبوط الكريات الحمر في الحالة الأولى بنسبة مقدارها ٤٪ وتركيز الهيموغلوبين هي ٦٪، ٢٠٪ على التتالي.

تعتبر بداية انخفاض حجم البلازما شاهدًا على نزع الماء نتيجة هبوط التنفس وتنشيط إفرازات العرق ، إن عدم شرب الماء بكميات كافية في الأيام الأول للمعيشة في الجبال يمكن أن ينشط نزع الماء لأنه خلال هذه المرحلة لا يوجد إحساس للعطش الشديد ، وينبغي تناول السوائل حتى في حالة انعدام الحاجة الذاتية للسوائل ، وتجري أثناء الوجود المستمر في المرتفعات عملية استعادة حجم البلازما المدورة إلى القيمة الأولية (في المناطق المنبسطة)، ويتطلب ذلك في ظروف الجبال متوسطة الارتفاع بضعة أشهر.

ويتضاعف تركيز الكريات الحمر والهيموغلوبين في الدم الأيام الأولى للمكوث في المرتفعات نتيجة التركيز الدموي الذي يسببه فقدان جزء من البلازما المجارية في أوعية خاصة ، ويؤمن التركيز الدموي الحفاظ على التركيز الطبيعي للأوكسجين في الدم الشرياني لذلك فهو يلعب دورًا أساسيًا في تكيف الجسم السريع لظروف هبوط الأوكسجين ، وفي الأيام الأول من الوصول إلى الجبال تنشط عملية تكون الكريات الحمر التي تقود إلى زيادة حقيقية في أعداد الكريات الحمر في الدم ، ويصبح هذا العدد ملحوظاً بعد مضي ٣-٤ أيام من المكوث في المرتفعات يزيد علوها عن ٣٠٠٠ متر، ويزداد عدد الكريات الحمر الشبكيات والكريات الحمراء ذات الأبعاد الكبيرة التي تدور في الدم إلى درجة مضاعفة العدد الإجمالي ، وبالتالي فإن تركيز الكريات الحمر في ارتفاع لا يتجاوز ٤٨٠٠ متر ترتبط بعلاقة خطية مع الارتفاع وطول فترة المكوث في الجبال ، وعند زيادة الارتفاع إلى ٦٠٠٠ متر تنخفض عملية تكوين الكريات الحمر. .

إن تركيز الكريات الحمر عند متسلقي الجبال بعد مضي أيام على مكوثهم في مرتفعات يزيد علوها عن ٧٠٠٠ متر يصل إلى ٨,٥ مليون ملم[٣] ، أما عند السكان الدائمين في الجبال فإن هذا العدد يكون أكبر كلما كانت منطقة العيش أكثر علوًا .

الارتفاع (م)	صفر	١٠٠٠	١٥٠٠	٢٥٠٠	٣٥٠٠	٤٥٠٠	٥٥٠٠	٦٥٠٠
تركيز الكريات الحمر (مليون/ملم[٣])	٥,٣	٥,٥	٥,٨	٦,٢	٦,٦	٧,٣	٨,٢	

ويتضاعف حجم الدم المدور نتيجة زيادة العدد الإجمالي.

إن التركيز الدموي الذي يحدث في بداية التأقلم في المرتفعات والزيادة الحقيقية لعدد الكريات الحمراء في الدم التي تحل مؤخرًا تؤدي إلى مضاعفة (هبوط الكريات الحمر) ولزوجة الدم والذي يؤدي بدوره إلى مضاعفة مقاومة الأوعية المحلية ويؤثر في الوقت نفسه على ديناميكية الدم ، إن التغير الطفيف في عدد الكريات الحمر لا يعطي تأثيرًا ملحوظًا في لزوجة الدم ، وأن الزيادة الكبيرة فقط في عدد الكريات الحمر التي يمكن ملاحظتها مثلًا عند سكان المناطق الجبلية المرتفعة جدًا يمكن أن تظهر تأثيرًا سلبيًا محدودًا في الدم المدور.

إن تكوين كمية إضافية من الهيموغلوبين في البداية يتأخر بعض الشيء مقارنة بمضاعفة عدد الكريات الحمر ، ولكن أثناء عملية التأقلم يتشرد ويزداد تركيز الهيموغلوبين في الدم وعليه تتضاعف السعة الأوكسجينية في الدم (الجدول ٤) .

جدول رقم (٤)

مؤشرات الدم في حالة الهدوء عن الأفراد المتأقلمين في ارتفاعات مختلفة

الارتفاع / متر	OUR ملم/كغم وزن الجسم	تركيز الهيموغلوبين غ ٪	السعة الأوكسجينية للدم ٪	تشبع الدم بالأوكسجين ٪	تركيز الأوكسجين في الدم الشرياني ٪
صفر مستوى سطح البحر	٧٩,٦	١٥,٣	٢٠,٠	٩٧	٢٠,٠
٣١٠٠	٨٣,٠	١٦,٨	٢٢,٥	٩١	٢٠,٥
٣٦٠٠	٩٦,٠	١٨,٨	٢٥,٢	٨٧	٢١,٩
٤٦٠٠	١٠٤,٠	٢٠,٧	٢٧,٨	٨١	٢٢,٤
٦٥٠٠	–	٢٤,٨	٣٣,٢	٦٥	٢١,٧

أما معدل تركيز الهيموكلوبين وعدد الكريات الحمر لا يتغير في هذه الحالة ، كما تساعد مضاعفة تركيز الهيموغلوبين في الاحتفاظ بالتركيز الطبيعي وربما أكثر بعض الشيء للأوكسجين في الدم الطبيعي رغم انخفاض نسبة التشبع بالأوكسجين.

تحدث زيادة عدد الكريات الحمر وتركيز الهيموغلوبين في ظروف الجبال ذات الارتفاع المتوسط بصورة بطيئة جداً ، ويكون هذا العدد أكبر كلما كان الارتفاع أعلى وفترة المكوث منه أطول ، أما تركيز الهيموكلوبين في المرتفعات الشاهقة في الدم فتزداد بسرعة وبصورة ملحوظة ، وتشكل عند السكان الدائمين كمية تتجاوز ٢٠غ ٪ ، ولكل ٣٠٠ متر زيادة في الارتفاع يتضاعف مقابلها تركيز الهيموكلوبين في الدم بمعدل ٢,٠٪ عند الرجال و١,٨٪ عند النساء.

ينحرف منحنى أكسدة الهيموغلوبين المتفكك أثناء عملية التأقلم الجبلي نحو اليمين مما يفسح المجال لتأمين تموين الأنسجة بالأوكسجين ، وتتجلى أهمية ذلك خصوصًا في العضلات العاملة، ولعل إحدي ميكانيكية هذا الانحراف يمكن أن تكون مضاعفة التركيز في كريات الدم الحمر ، وهو ما يلاحظ عند الأفراد الذين يعيشون بصورة دائمة في المناطق الجبلية ، ولكن حتى بعد التأقلم التام في المرتفعات تبقى عملية تموين الأنسجة بالأوكسجين تنطوي على صعوبات وخاصة في حالات العمل العضلي الشديد نتيجة انخفاض الإجهاد الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني . (الجدول ٥) .

جدول رقم (٥)

مؤشرات الدم في حالة الهدوءفي ارتفاعات مختلفة

الارتفاع / متر والضغط البارومترى ملم/زئبق	الظروف ٪	تركيز الهيموغلوبين للأوكسجين الشرياني	الضغط الجزئى للأوكسجين الشريانى ملم / زئبق	التشبع ٪ للدم الشريانى بالأوكسجين	تركيز الأوكسجين في الدم الشرياني ٪
صفر (٧٦٠)	الهدوء القصوى	١٥,١	١٠٥	٩٧	١٩,٦
	القائمة		٩٨	٩٦	١٩,٤
٢٣٠٠ (٥٨٠)	الهدوء القصوى	١٦,٦	٧٥	٩٣	٢٠,٦
٣١٠٠ (٥٢٠)	الهدوء القصوى	١٧,٢	٦٧	٨٠	٢٠,٧
	القائمة		٥٧	٧٥	١٩,٦
٤٣٠٠ (٤٢٠)	الهدوء القصوى	١٨,٢	٤٦	٧٠	٧,١
	القائمة				

التغيير في منظومة الدورة الدموية

يكون الطرح القلبي عند أداء عمل غازي قريب من حدوده العظمى في الأيام الأول من الوصول إلى الجبال أكبر مما عليه عند مستوى سطح البحر ، ومن ثم يبدأ بالانخفاض التدريجي خلال بضعة أسابيع إلى أن يبلغ تلك القيمة التي تتسم بها ظروف المناطق المنبسطة، ويحدث انخفاض الطرح القلبي متزامنًا مع مضاعفة السعة الأوكسجينية للدم (تركيز الهيموغلوبين) ويكون خلال الحمولات الصغيرة نسبيًا مرتفعة بعض الشيء في الفترة الأولى من الإقامة في الجبال ولكن في المراحل المتأخرة للتأقلم تصبح كما هي عليه في ظروف مستوى سطح البحر ، أما عند تنفيذ أعمالًا ذات قدرة كبيرة جدًا فإن هذه القيمة يمكن أن تكون عند الأشخاص المتأقلمين أقل مما هي عليه في المناطق المنبسطة.

ولا يتغير الطرح القلبي الأعظم في ظروف المرتفعات المتوسطة في البداية ولكن مع مضي الوقت في الجبال يأخذ بالانخفاض لبعض الشيء ، الأمر الذي يعد كنتيجة لانخفاض الحجم الانقباضي لأن القيمة القصوى تبقى عادة بلا تغيير وفي الوقت نفسه فإن الطرح القلبي الأعظم في المرتفعات العالية ينخفض بصورة ملحوظة.

وتكون المقاومة المحلية للأوعية عند سكان المناطق المنبسطة الذين تأقلموا للعيش في المرتفعات منخفضة بعض الشيء ويعتبر هبوط الأوكسجين مؤثرًا لتوسيع الأوعية التاجية في الدماغ وغيرها من الأوعية الأخرى ، وإذا لم يكن هنالك توسع تعويضي لزيادة حجم الدم فإن مضاعفة لزوجيته وانخفاض تشبعه بالأوكسجين سيشكلان حمولة كبيرة جدًا في عمل القلب ويكون الضغط الشرياني عند سكنة الجبال المرتفعة الدائمين أقل بعض الشيء مما هو عليه عند سكنة المناطق المنبسطة ، فعند الأشخاص الذين يعيشون في مناطق يتجاوز ارتفاعها ٣٠٠٠م يحدث ارتفاع في ضغط الدورة الدموية الصغرى بمقاومة كبيرة في أوعيتها وتوسع في البطين الأيمن ، وهذا يؤمن علاقة أكثر انتظامًا بين التنفس ونفاذ السوائل في الرئتين مما يقلل التباين في ضغط الأوكسجين بين هواء الحويصلات والدم الشرياني ، إن التغيرات المشار إليها تختفي تدريجيًا حال العودة إلى المناطق المنبسطة.

التكييف النسيجي

توجه التغيرات الأساسية في الأنسجة التي تحدث في ظروف هبوط التوتر الجزئي للأوكسجين نحو مضاعفة فاعلية الحصول على الأوكسجين واستنفاذه لتكوين الطاقة الغازية وتتلخص هذه التغيرات التكيفية بالآتي:

- تعزيز الشعيرات النسيجية (مضاعفة عدد كثافة الشعيرات) مضاعفة تركيز الهيموكلوبين في العضلات الهيكلية.



- بمضاعفة تركيز الحبيبات الفتيلية (*mitochondrium*) مضاعفة تركيز ونشاط الأنزيمات المؤكسدة.

وتتطلب هذه التغيرات على عكس الميكانيكية التكيفية الفسلجية المنوه عنها وقتًا طويلًا، لذلك فهي يعثر عليها فقط عند السكان اللذين يمكثون طويلًا في مرتفعات شاهقة ، إن الزمن الأمثل للتأقلم منسوبًا إلى المعيشة الطويلة في الجبال هي مرحلة نمو وتطور الطفل.

تغير س.ع.ك. (الاستهلاك الأعظم للأوكسجين)

مع مرور الزمن في التأقلم عادة ما يتضاعف (س ع ك) بحيث أنه عندما تمضي بضعة أسابيع على البقاء في المرتفعات حتى يصبح أكبر مما كان عليه في الأيام الأول وتبدو هذه الزيادة وضوحًا في المرتفعات المتوسطة مما هي عليه في المرتفعات الشاهقة ، فبعد مضي فترة ٣-٥ أسابيع من المكوث في المرتفعات المتوسطة يشكل انخفاض (س ع ك) نسبة لا تتجاوز ٦-١٦٪ مقارنة بقيمته في المناطق المنبسطة ، إن انخفاض قيمة (س ع ك) لدرجة واحدة من هبوط الأوكسجين يكون عند سكان الجبال أقل مما هي عليه عند الأشخاص الذين يسكنون في الجبال وهم من سكان المناطق المنبسطة ، كما أن التدريب في المرتفعات وعملية التأقلم في الجبال تزيد من (س ع ك) عند الأفراد المتدربين في الجبال أكبر من الأفراد غير المتدربين ، ولكن حتى في حالة التأقلم النشط المتواصل تبقى قيمة (س ع ك) في الجبال أقل مقارنة بالقيمة الأولية لهذه المؤشرات في المناطق المنبسطة عند مستوى سطح البحر ، وتجدر الإشارة إلى أن الرياضيين من ذوي المهارات العالية انخفضت قيمة (س ع ك) بنسبة ١٤٪ عند وصولهم مدينة المكسيك (على ارتفاع ٢٣٠٠ متر) وبعد مضي ١٩ يومًا يشكل الانخفاض في القيمة ٦٪ مقارنة بالقيمة الأولية (س ع ك) وبلغ معدل انخفاض (س ع ك) عند ثمانية رياضيين يحملون لقبًا دوليًا ١٦٪ (تراوح الانخفاض الشخصي بين ٢٢,٩٪) وبعد مضي ١٩ يومًا انخفضت بنسبة ١١٪ (ويتراوح الانخفاض بين ٦ ,١٦٪) وحتى الأشخاص الذين يقطنون الجبال بصورة دائمة من الرياضيين المتدربين يحتفظون بقيمة منخفضة (س ع ك) في ذلك الارتفاع مقارنة عند مستوى سطح البحر ، فمثلًا لقد كانت قيمة (س ع ك) عند الرياضيين من سكنة المرتفعات ذات علو ٣١٠٠ متر بصورة دائمة أقل بنسبة ٢٧٪ من قيمته عند مستوى سطح البحر.

ويساعد في ارتفاع قيمة (استعادة) (س ع ك) في المرتفعات آليات متنوعة لتكييف تعويضي في ظروف هبوط الأوكسجين : تنشيط التنفس الرئوي ، مضاعفة الكفاءة التنافذية للرئتين ، زيادة السعة الأوكسجينية في الدم ، والحجم الإجمالي للدم المدور ، والطرح القلبي، وتقوية الخاصية الشعيرية للعضلات الهيكلية وعضلة القلب ، ومضاعفة تركيز الهيموكلوبين في العضلات الهيكلية والحبيبات في الخلايا العضلية ، وزيادة نشاط الأنزيمات المؤكسدة،

وعند ذلك .. وعندما يعود الإنسان إلى المناطق المنبسطة فهو يفقد على مدى بضع أسابيع تدريجيًا ذلك التكيف في ظروف الهبوط البارومتري لنقص الأوكسجين.

كفاءة الأداء الرياضي

في المرتفعات المتوسطة وبعد العودة إلى مستوى سطح البحر تنخفض كفاءة الأداء البدنية للإنسان عند صعود المرتفعات ويشمل هذا بصورة أساسية كفاءة كفاءة الغازية (المطاولة) إذ يؤشر انخفاضها بدءً من علو ١٢٠٠م. ولا يوجد في هذا المجال فرق بين الأشخاص المتدربين وغير المتدربين ، حيث تنخفض كفاءة الأداء عند هؤلاء الرياضيين لحظة وصولهم الجبال بكمية متساوية تقريبًا مقارنة بمستوى المناطق المنبسطة كما يلاحظ تأثير المرض الجبلي بدرجة أكثر وضوحًا مما هو عند الرياضيين.

كفاءة الأداء الرياضي عند تنفيذ

تمارين القوة المميزة بالسرعة (اللاأوكسجينية)

إن القوة العضلية وكذلك الحركة التنسيقية خلال الجهود القصوى القصيرة لا تتغير عمليًا عند الصعود إلى المرتفعات أو عند استنشاق مزيج من الغاز يحتوي على تركيز واطئ من الأوكسجين ، لذا ففي التمارين الرياضية غير الطويلة لا تتجاوز الدقيقة الواحدة (القوة المميزة بالسرعة) لا يلاحظ انخفاض واضح في النتائج مقارنة بالمناهج المنبسطة ، إضافة لذلك ففي المرتفعات وبسبب هبوط كثافة الهواء فيمكن أن تكون النتائج للمسافات القصيرة (وخاصة في ركوب الدراجات) أعلى مما عليه في مستوى سطح البحر ، ولكن ينبغي الأخذ بعين الاعتبار أن عملية الاستعادة في الجسم تجري في المرتفعات بصورة بطيئة لذلك فإن إعادة تنفيذ التمارين حتى وإن كانت قصيرة في هذه الظروف تسبب حصول إرهاق سريع وهبوط في كفاءة الأداء مما عليه في السباقات التي تنفذ في المرتفعات في أنواع القوة المميزة بالسرعة ، وكذلك في التمارين التنسيقية لا توجد في هذا الارتفاع حاجة لتأقلم أولي منخفض يقوم به الرياضي في هذا الارتفاع ، وإذا لم يعان الرياضي من المرض الجبلي فعندئذ يمكن انتخاب زمن مكثه من أجل المنافسات اختياريًا .

كفاءة الأداء الرياضي

عند تنفيذ التمارين من أجل المطاولة

إن كفاءة الأداء البدنية للرياضيين المتخصصين في المطاولة التي تزيد عن دقيقة كاملة بأنها في المرتفعات أقل مما هي عليه في مستوى سطح البحر، ويستثني من ذلك التمارين



القصيرة نسبيًا حيث يؤثر على نتائجها التأثير الكبير لقيمة مقاومة (كثافة الهواء) ، إن هبوط الإمكانيات الفسلجية للرياضيين في هذه التمارين يعوض عنه من خلال تحسين ميكانيكية ظروف تنفيذها .

وفي بعض الحدود يكون انخفاض النتائج أكثر شدة كلما كانت مسافة السباق أطول وكلما كان الارتفاع عاليًا كلما كان هبوط كفاءة الأداء البدنية الغازية التي تجري بصورة موازية مع انخفاض أشد ، ويعتبر انخفاض النتاجية الغازية السبب الأساسي في انخفاض المطاولة في المرتفعات واستنادًا لهبوط كفاءة الأداء فإن تحمل الحمولات التدريبية المكثفة تنخفض في المرتفعات ، ومع تطور آليات تكيف جسم الإنسان إزاء هبوط الأوكسجين في المرتفعات تتحسن كفاءة الأداء البدنية بصورة طفيفة لذلك المرتفع ، وهنا يتطلب التكيف لتنفيذ تمارين استمرارية أطول في المرتفعات تأقلمًا أطول ومن أجل بلوغ نتيجة جيدة في ارتفاع ٢٠٠٠ متر وأكثر في تمارين ذات قدرة قصوى وقريبة من القصوى يجب أن تكون فترة التأقلم أقصر ما يمكن (٢-٣ أسابيع) أما المكوث اللاحق في ظروف المرتفعات المتوسطة فإنه سيحسن قليلًا جدًّا كفاءة الأداء الغازية ، لذا فهو غير مجدي أن الأشخاص المتدربين بصورة جيدة لا يتأقلمون إزاء المرتفعات العالية بصورة أسرع أشد كفاءة من الأشخاص الذين لم يتدربوا ويؤثر الارتفاع على كفاءة أداء سكان الجبال الدائمين كما يؤثر على كفاءة أداء سكان المناطق المنبسطة ، إن النتائج الرياضية التي يظهرها السكان الدائمون في المناطق الجبلية شأنها شان النتائج الرياضية عند سكان المناطق المنبسطة فهي تنخفض في المرتفعات كلما زادت مسافة السباق (زمن الأداء) مقارنة بالنتائج في المناطق المنبسطة .

تأثير التدريب في ظروف المرتفعات المتوسطة على كفاءة الأداء في ظروف المرتفعات عند مستوى سطح البحر

يتضح مما تقدم أن التكيف إزاء هبوط الأوكسجين في المرتفعات يسبب تغيرًا فسلجيًا ينسجم في الكثير من العلاقات مع ما يحدث أثناء عملية التدريبات من أجل المطاولة عند مستوى سطح البحر ، وفي جميع الحالات تتضاعف الإمكانية الغازية للجسم التي ترتبط بإمكانية في نقل الأوكسجين وكفاءة النسيج (في العضلات العاملة) في إنفاق الأوكسجين لنواتج الطاقة الغازية وهنا يتبع التساؤل الآتي: هل يمكن للتدريب في المرتفعات أن يسبب تغيرات فسلجية إضافية من شأنها أن تعزز النتاجية وكفاءة الأداء الغازية البدنية (المطاولة) عند الرياضيين في المناطق المنبسطة ؟ وبصيغة أخرى هل تتضاعف كفاءة الأداء في مستوى

سطح البحر بعد الوصول إلى المرتفعات وهل أن التدريب في المرتفعات أكثر كفاءة من التدريب نفسه عند مستوى سطح البحر؟

فالبيانات العملية المتعلقة بتأثير العيش والتدريب في المرتفعات التى تهدف إلى مضاعفة المطاولة في ظروف المناطق المنبسطة متناقضة كثيرًا ، وليس هناك أدنى شك بأن السكان الدائمين في الظروف الجبلية يمتلكون ميزة في سباق المطاولة إذا هو جرى في تلك الظروف نفسها مقارنة بالرياضيين الذين يسكنون بصورة دائمة في مستوى سطح البحر ، وأثناء تنفيذ العمل الغازي الأعظم في مرتفعات متوسطة فإن سكان الجبال الدائمين يتصفون بسعة أوكسجينية كبيرة جدًّا في الدم وكذلك طرحًا قلبيًا أكبر مما عليه عند سكان المناطق المنبسطة الذين هم بمستوى التدريب نفسه ، من جهة أخرى فإن السكن الدائم أو لفترة طويلة في المرتفعات العالية لا يعطي مزية بالنسبة للمطاولة الغازية التي تظهر في المناطق المنبسطة فالسكن والتدريب المكثف للرياضيين المتدربين وبصورة جيدة في المرتفعات المتوسطة خلال بضعة أسابيع لا يعطي دائمًا تأثيرًا إضافيًا ، وحتى أن البقاء المستمر في المرتفعات الشاهقة لا يظهر تأثيرًا مضمونًا في مستوى كفاءة الأداء الغازية للمناطق المستوية.

عند تحليل تأثير الاستعداد في المناطق متوسطة الارتفاع في نتائج المشاركة في ظروف المناطق المنبسطة لابد من الأخذ بعين الاعتبار المتغيرات الذاتية الجوهرية ، ويؤدي هذا الإعداد عند الفريق الأول من الرياضيين إلى مضاعفة النتائج وعند آخرين إلى هبوط النتائج وعند فريق ثالث لا يؤدي إلى تأثير ملحوظ ، إضافة لذلك فمن المهم الأخذ بالحسبان أن الحالة الوظيفية وكفاءة الأداء الرياضية في مرحلة إعادة التأقلم تحمل طابعًا طوريًا واضحًا ، فمضاعفة كفاءة الأداء الرياضية تتناوب مع هبوطها المؤقت، وفيما يبدو أن التنظيم المتخصص للعملية التدريبية في الظروف الجبلية وكذلك فترة إعادة التأقلم تلعب دورًا هامًا في مضاعفة كفاءة أداء المناطق المنبسطة التى تظهر في الجسم خلال عملية المكوث الطويل في الظروف الجبلية كتغيرات تكيفية تساعد في مضاعفة كفاءة الأداء في هذه الظروف البدنية المتخصصة ، وإضافة لذلك فإن هذه التغيرات لا تعطي أفضلية ملحوظة عند أداء هذه الأعمال في ظروف البدنية المتخصصة الأخرى وفي الأخص عند مستوى سطح البحر.

الباب السابع

التعب العضلي

وعمليات استعادة الشفاء للرياضيين

٤٩١ ــ ٥٨٤

الفصل الأول

التعب العضلى

المقدمة

إن دراسة الطرق والوسائل التي تسرع من عملية استعادة الشفاء بعد الأحمال التدريبية والتنافسية، تحظى بأهمية خاصة، حيث أنها تؤمن نمو كفاءة الأداء من خلال التغيرات الوظيفية الأساسية وخاصة (المورفولوجية) والتي تحدث أثناء فترة استعادة الشفاء، وتعتبر عملية استعادة الشفاء من الأمور المهمة ليس فقط من خلال التدريب، وإنما للاعتبارات الإنسانية بشكل عام، ولقد وجهت الإجراءات المختلفة الاجتماعية والاقتصادية والطبيعية لتقوية الصحة وإطالة العمر.

إن دراسة ظاهرة التعب، وخلق الشروط التي تحسن من عملية الإسراع في استعادة الشفاء، والبحث عن الوسائل التي تزيد من فعالية استعادة الشفاء، تؤدي إلى تطور كفاءة الأداء فيما يتعلق بالأسئلة حول عملية استعادة الشفاء في التدريب الرياضي وقد تم إجراء العديد من البحوث ومنها البحوث التخصصية لهذه الظاهرة، كما تم دراسة عمليات استعادة الشفاء بعد التدريب بشكل مباشر وكذلك بعد مضي عدة ساعات وأيام بعد تنفيذ الأحمال التدريبية والتنافسية، بالإضافة إلى ذلك تمت دراسة تأثير الوسائل التقليدية والحديثة والتي تعمل على تسريع عملية استعادة الشفاء بعد الوحدات التدريبية والمنافسات.

وفي الوقت الحاضر نضجت فكرة تعميم المعلومات التجريبية فيما يتعلق بعمليات الإسراع من استعادة الشفاء وتعريف المدرسين والمدربين بها.



مفهوم التعب

هو عبارة عن هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل ويمكن قياسه من مظاهره الخارجية عن طريق قلة كمية العمل الميكانيكي المؤدي.

فمن حيث تأثيراته على الجهاز العصبي: فهو الحالة التي تقل فيها القدرة على الاستجابة بفاعلية للمنبهات (المتغيرات).

أما من حيث جانب تأثيراته على الجهاز العضلي: فهو عدم القدرة على الاحتفاظ أو تكرار الانقباضة العضلية بنفس قوتها المعتادة.

وعملية التعب.. هي محصلة التغيرات التي تحدث في مختلف الأعضاء والأنظمة وفي الجسم كله، خلال فترة أداء العمل البدني، والتي تقود في النهاية إلى استحالة استمرارها، وتتصف حالة التعب بانخفاض حالة الأداء الذي يظهر في الإحساس الشخصي بالتعب، ففي حالة التعب لا يكون الشخص قادرًا على المحافظة على مستوى الشدة المطلوبة أو تكنيك الأداء أو مجبرًا على رفض استمراريته.

التعب

لقد تم دراسة التعب العام والموضوعي في العديد من البحوث، وقد تم التوصل إلى تحليل ملامح هذه الظاهرة من خلال استهلاك مصادر الطاقة في العضلات وزيادة الفضلات الناتجة عن العمل نتيجة نقص الأوكسجين. وفي القرن التاسع عشر قدم (أي. م. سيتشينوف) فرضية التعب المركزية ـ العصبية، والتي تبين الدور الكبير للجهاز العصبي المركزي في حدوث التعب الذي يؤدي إلى اختلال التوازن في الأنظمة العاملة.

ولمعرفة طبيعة التعب قدمت أبحاث خاصة، تناولت دراسة العلاقة الارتباطية بين التعب وانخفاض مستوى كفاءة الأداء تبعًا لتغير الحالة الوظيفية لقشرة أنصاف الكرات الكبيرة.

ساهم العديد من العلماء بدور كبير في دراسة ظاهرة التعب فبموجب النظرية المركزية ـ القشرية التي قاموا بها يكون التغيير في المراكز القشرية، أول حلقة للتعب أثناء العمل العضلي للإنسان، وحسب ذلك فان مستوى مقدرة العضلات على العمل يتحدد بمستوى كفاءة أداء المراكز العصبية، فالخلية العصبية هي المصدر الرئيسي للمنبهات العصبية الحركية.

ونظرًا لوجود تباين في طبيعة العمل العضلي، والذي نميزه من خلال اختلاف الأحمال الثابتة عن الحركة والفعاليات الدورية واللادورية والقوة القصوى والقوة السريعة.. نتيجة لهذا التباين تتميز ظاهرة التعب بتعدد جوانبها تبعًا لاختلاف ظاهرة الحمل، فمثلًا إن تعب عداء الماراثون لا يشبه تعب عداء المسافات القصيرة.

ويصنف التعب إلى أربعة أنواع أساسية موضحة كما يلي:

١- التعب العقلي: كما في لعبة الشطرنج.

٢- التعب الحسي: كما في لعبة الرماية.

٣- التعب النفسي.

٤- التعب البدني: كما في الفعاليات الرياضية.

كما يقسم التعب بدوره وفقًا لعدد العضلات المشتركة في العمل إلى ثلاثة أنواع :

١- التعب الموضعي: ويشكل فيه عدد العضلات العاملة ثلث الكتلة العضلية للجسم.

٢- التعب النصفي: ويشكل فيه عدد العضلات العاملة من الثلث إلى الثلثين من الكتلة العضلية للجسم.

٣- التعب العام: يزيد عدد العضلات العاملة عن ثلثي الكتلة العضلية للجسم.

إن التعب كظاهرة فسلجية يرتبط بشكل كبير بالتحمل، ويمكن وصف التحمل في مقدرة الفرد على مقاومة التعب، وكلما انخفض مستوى كفاءة الفرد ظهر التعب بشكل أسرع والعكس صحيح، وكلما تميز الفرد بتحمل عال كلما استطاع المحافظة على كفاءة العمل بمدة أطول من الوقت ومقاومة ظهور التعب، ويوصف التحمل عادة بالزمن الذي يكون فيه الفرد قادرًا على تنفيذ التمارين بالشدة المطلوبة.

إن أي حركة يقوم بها الفرد ترتبط ارتباطًا وثيقًا باستهلاك مصادر الطاقة ويعد *ATP* (الأدينوزين ثلاثي الفوسفات) المصدر الرئيسي والمباشر لأي عمل عضلي، وبما أن مخزون هذا المركب *ATP* محدود ويستمر لعدة ثوان ويستنفد، وعليه فان إعادة بناء هذا المركب *ATP* يتم عن طريق *CP* (كرياتين الفوسفات)، ونظرًا لان هذا المركب *CP* تكون كميته في الجسم قليلة ويستنفد في عدة ثواني، فان إعادة بناء *ATP* المصدر الرئيسي للطاقة يتم من خلال تحليل (الكلايكوجين) وينتج عن هذا التحلل ظهور (حامض اللبنيك)، وتجري هذه التفاعلات في عدم كفاية الأوكسجين والتي أطلق عليها (نظام الطاقة اللاأوكسجيني).

إن تحديد النتائج الرياضية في التحمل، يرتبط بشكل كبير بواسطة الإمكانيات الأوكسجينية، وتتصف الأخيرة بشكل كامل بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ويعتبر هذا المؤشر تعبيرًا عن اتحاد العديد من أنظمة الجسم (الجهاز التنفسي والقلب والدورة الدموية...)



<u>ويعتمد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين على عدة عوامل:</u>

- **الضغط الجزيئي للأوكسجين في هواء الشهيق.**
- **السطح التنفسي للرئتين.**
- **سرعة انتشار الغازات من الرئتين إلى الدم.**
- **كمية استيعاب الدم للأوكسجين وسرعة الدورة الدموية.**
- **فرق الدم الشرياني - الوريدي.**
- **خاصية الدورة الدموية الموضعية في الأجهزة العاملة.**
- **فاعلية الخمائر المؤكسدة.**

إن هذه العوامل جميعها تدلنا على أن هذا المؤشر (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) يصف فاعلية الكثير من الأنظمة ووظائف الجسم لذا فقد وصلت أكبر كمية من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لرياضيي المستويات العليا من ٥,٥ - ٦,٥ لتر في الدقيقة (٧٠- ٨٠ مليمتر/كجم).

أي أن عدائي المستويات العليا للمسافات المتوسطة والطويلة يستطيعون استهلاك (٧٠- ٨٠ مليمتر كجم) وحسب بيانات (سالتين و إستراند) كان الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند عدائي المسافات المتوسطة والطويلة (أعضاء فريق المنتخب السويدي) يساوي ٧٩,٧٥ مليمتر/ كجم على التوالي، ويستطيع الرياضي ذو المستوى المتوسط أن يستهلك خلال دقيقة واحدة من العمل ذي الشدة العالية كمية لا تتجاوز أكثر من ٢-٣ لتر دقيقة (٤٠-٥٠ مليمتر/ كجم) من الأوكسجين.

ولتأمين الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بكمية تساوي ٥,٥-٦,٦ لتر في الدقيقة يجب أن يساوي التنفس الرئوي ٢٠٠-٢٣٠ لترًا دقيقة كما يساوي حجم الدم في الدقيقة الواحدة ٣٠-٤٠ لترًا ومما لا شك فيه أن هذه القيم الوظيفية يستطيع رياضيو المستويات العليا الوصول إليها، ويمكن بلوغ هذه القيم خلال التدريب ذي الشدة القصوى.

إن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين تصل من ٢-٣ لتر في الدقيقة في تدريب التحمل، وقد ثبت وجود ارتباط متبادل وموثوق به بين الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين واستمرارية العمل الأقصى، فكلما كان الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين كبيرًا، كلما استطاع الرياضي أن يسد النقص الحاصل في الأوكسجين، وبالتالي يؤدي إلى تحسين مستوى المقدرة في تدريبات التحمل.

ويعتمد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين على وزن الرياضي، وعند تقويم الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، يجب أن لا يكون الاهتداء فقط على المؤشرات المطلقة، بل يجب الأخذ بنظر الاعتبار المؤشرات النسبية أيضًا، أي المؤشرات التي تحسب بكيلو جرام واحد من وزن الجسم. ويعتمد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين على تخصص الرياضي بالإضافة إلى عامل العمر حيث أن زيادة العمر من (٨-١٥ سنة) يضاعف النبض الأوكسجيني، إضافة لزيادة الحجم الأقصى المستهلك منه أثناء التدريب، أما عند الرياضيين الشبان فإن المؤشرات السابقة الذكر تزداد بنسبة أعلى، ويعد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين كمؤشر ذي درجة عالية من الأهمية في تحديد مستوى الكفاية الوظيفية والذي تم اعتماده من قبل هيئة البرامج البيولوجية الدولية.

تعتمد الإمكانيات اللاأوكسجينية على عدة عوامل منها:

مخزون مصادر الطاقة اللاأوكسجينية ونشاطات المنظومات الإنزيمية وفعاليات الاستجابات التعويضية التي تعمل على خلق التوازن الكيميائي داخل الجسم والمحافظة على ثبات عمل الأنسجة الداخلية إزاء نقص الأوكسجين، وتظهر قوة استجابات الجسم للعمليات اللاأوكسجينية في زيادة كمية حامض اللبنيك في الدم وزيادة سرعة التنفس والدورة الدموية إضافة إلى زيادة (الدين الأوكسجيني) بعد التدريب.

وكان (أ.هيلك) وهو أحد الفسيولوجيين الإنجليز من أوائل الذين حددوا قيمة الدين الأوكسجيني ب (١٨,٧ لترًا) ثم أظهرت الأبحاث اللاحقة أنه بالإمكان تحقيق أكبر قيمة للدين الأوكسجيني تصل من (٢٣-٢٥ لترًا) في الفعاليات ذات الشدة القصوى (ن.ي.فولكوف) ولرياضيي المستويات العليا، أما لرياضيي الصنف المتوسط فلا تتعدي قيمة الدين الأوكسجيني (١٠-١٣ لترًا) ٨٠-١٦٠ مليلتر/ كجم.

وللذين لا يمارسون الرياضة فإن الدين الأوكسجيني يصل من (٤-٧ لتر) (٦٠-١٠٠) مليمتر/ كجم.

إن الدين الأوكسجيني يصاحب دائمًا الفعاليات ذات الشدة القصوى، ومثال على ذلك لاعب رفع الأثقال يرفع نترًا (١٠٠ كجم) ولارتفاع مترين، تظهر لنا النتائج الإحصائية أنه عند أداء مثل هذا العمل الكبير يحتاج الجسم إلى (٥٠٠ مليلتر) من الأوكسجين، ولكن مثل هذه الكمية من الأوكسجين لا يستطيع جهاز القلب الوعائي والتنفسي أن يجهزها الأوكسجين خلال (١-٢ ثانية) في بداية أداء التمارين، من جهة أخرى تشكل الإنتاجية للوظائف الرئيسية لتزويد الجسم بالأوكسجين (التنفس، الدورة الدموية، الدم) قيمة من (٨٠-١٠٠ مليلتر) خلال ثانية واحدة علمًا بأن احتياطي الأوكسجين في الجسم يساوي (٩٠٠ مليلتر) في الرئتين و (١١٦٠ مليلتر) في الدم و (٥٠٠-٦٠٠ مليلتر) في العضلات

وفي السائل ما بين الأنسجة ومثال آخر على ذلك يشكل (الدين الأوكسجيني) لعداء ركض (٤٠٠ م) قيمة مقدارها (٢٥-٢٨ لترًا) وقد تمكنت الأجهزة الوظيفية (جهاز القلب الوعائي والجهاز التنفسي) من تجهيزه ب ٢-٣ لتر خلال زمن المسافة (٤٥ ثانية) وهذا يعني أن هناك دينًا أوكسجينيًا مقداره تقريبًا (٢٢ لتراً). وقد تم تنفيذ الجهد في المثالين على حساب مصادر الطاقة اللاأوكسجينية في الغالب.

إن الانتقال من الراحة إلى العمل العضلي ذي الشدة العالية يرتبط دائمًا بحاجة الجسم للأوكسجين أكثر من المعتاد بمرات عديدة، ولكن الأعضاء التي تزود الجسم بالأوكسجين لا تستطيع تلبية هذا الطلب بسرعة، وعليه فإن بداية فترة العمل العضلي تمر أيضًا في ظروف الدين الأوكسجيني.

وينقسم الدين الأوكسجيني إلى قسمين :

القسم الأول (غير لاكتيكي): بدون ظهور حامض اللبنيك والذي يتم فيه استعادة ATP والـ CP كما يعوض نقص الهيموجلوبين وسوائل الجسم من نقص الأوكسجين ويعوض هذا الجزء من الدين الأوكسجيني بشكل سريع من (٦٠-٩٠ ثانية).

القسم الثاني (لاكتيكي): ظهور حامض اللبنيك في العضلة والدم وهو الجزء الأكبر والأبطأ من الدين الأوكسجيني والذي يتم فيه التخلص من حامض اللاكتيك الذي تجمع في الدم نتيجة النشاط البدني، ويستمر هذا الدين من بضع دقائق إلى ١,٥ ساعة.

وقد ثبت أن الرياضيين الذين يتدربون في الفعاليات التي تتميز بالتحمل، يمتازون بكفاءة عالية في التغلب على النقص الحاصل في الأوكسجين وزيادة ثاني أكسيد الكربون في الدم وقد لوحظ عند عدائي المستويات العليا للمسافات المتوسطة والطويلة من خلال دراسة عدد من التغيرات منها هبوط نسبة الأوكسجين في الدم (حبس التنفس)، إن انخفاض تشبع الدم بالأوكسجين لدى الصنوف المتوسطة يقل بمقدار ٢-٣ مرات عن رياضيي المستويات العليا وإن قدرة الأنسجة على استهلاك الأوكسجين له أهمية كبيرة في تنمية التحمل فمن المعلوم أن العضلات تقوم باستهلاك الأوكسجين بمقدار (١٠٠ مرة) أو أكثر أثناء العمل الشديد كما تتحسن قدرة مجموعات مختلفة من العضلات في استيعاب الأوكسجين تحت تأثير التدريب.

في رياضة المصارعة يكون من الصعب تقويم الأهمية الاستثنائية لتكنيك الحركات الرياضية والاستهلاك الاقتصادي للطاقة ومعرفة كيفية التغلب على التغيرات الوظيفية الكبيرة للوسط الداخلي والخارجي للعضلات العاملة والتكنيك الذي يرتبط بدرجة عالية من التوازن يؤدي إلى الاقتصادية باستهلاك الأوكسجين ومصادر الطاقة، ونتيجة لذلك يختفي التوتر الزائد والحركات الزائدة ويقل عدد المساهمات للعضلات غير العاملة

حيث يستخدم الرياضي قواه بشكل منسق ويرخي العضلات في الوقت الملائم أثناء أداء الحركات، وذلك من خلال الاستخدام الأمثل والمجدي لطاقته الكامنة والتصرف بها بما ينسجم مع الواجب الحركي، وقد استنتج (غ. أو. إيفريموف) أن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين كان متساويًا تقريبًا عند العدائين والسباحين والمتزلجين والجدافين في اختبار الركض في المكان، أما (غ . ي . كورينكوف) فلم يكتشف اختلافات موثوقًا بها في الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند السباحين أثناء السباحة وأثناء العمل على جهاز مشابه للدراجة، في أشار (فولكوف) وآخرون إلى أن استهلاك الأوكسجين أثناء التمارين في ظل ظروف طبيعية يمكن الوصول إلى هذه القيم عند أداء التمارين غير التخصصية.

ويمكن حساب استهلاك الأوكسجين عند أداء التمارين بشدة ٨٠-٧٠٪ من الشدة القصوى، إضافة إلى تحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، ومن خلال ذلك يمكن قياس كمية الطاقة لهذه التمارين.

أماكن التعب

قد يكون موضع التعب في الجهاز العصبي المركزي أو في الاتصالات بين الخلايا العصبية، وقد يكون في مكان الاتصال العصبي العضلي أو في العضلة ذاتها.

وقد أثبتت الأبحاث أن العصب الحركي لا يحدث فيه التعب، ولذلك نستبعد هنا أن يكون التعب في عدم مقدرة العصب الحركي على توصيل الإشارة العصبية، إلا أن البحوث أثبتت أن التعب العضلي يمكن أن يحدث في الجهاز العصبي المركزي، وفي الاتصال العصبي العضلي، والعضلة نفسها، وذلك حسب نوع النشاط المؤدي، أما العمل العضلي الذي يستمر فترة طويلة فإنه يؤدي إلى تعب الجهاز العصبي المركزي، وكذلك النشاط الحركي الذي يتميز بصعوبة أداء المهارات الحركية لعدة ساعات، بينما يحدث التعب في الاتصال العصبي العضلي في الأنشطة التي تتميز بالسرعة والقوة المميزة بالسرعة (القدرة) ويحدث التعب في العضلة، في العمل العضلي الذي يتطلب أداء الوحدات الحركية البطيئة دون تركيز كبير للجهاز العصبي، هذا وقد أثبتت تجارب كثيرة أن هناك علاقة مباشرة بين استهلاك مصادر الطاقة مثل (فوسفوكرياتين) و (الجليكوجين) وحدوث التعب، ويعتبر الأوكسجين هو المعوق الرئيسي في حالة الانقباض العضلي الأقصى أو الأقل من الأقصى الذي يستمر من (٥) ثوان إلى دقيقتين مما يؤدي إلى إعادة بناء ATP لا هوائيًا، أي أن غياب الأوكسجين يحدث نتيجة أنشطة (الفوسفوكرياتين وجليكوجين العضلة والجلوكوز)، ويقف سريان الدم نتيجة للانقباض العضلي الثابت الذي يتراوح مقداره ما بين (٦٠-٧٠٪) من القوة العظمى للعضلة. ويهبط مستوى (الفوسفوكرياتين) في العمل ذي الحمل المستمر لمدة أطول من

(١٠) ثوان وأقل من (٢-٣) دقائق، ويصل إلى ٩٠٪ في العمل الذي يستمر أطول من (١٠) ثوان وأكثر من دقيقتين، حيث تزيد أهمية الأوكسجين لإنتاج الطاقة الهوائية، وتزداد هذه الحاجة للأوكسجين نظرًا لأن التمثيل الهوائي لا يمكنه الاستمرار في الإمداد بكمية كبيرة من ATP أكثر من (٦٠) ثانية. أما بالنسبة للنشاط البدني الذي يستمر من (٣-٤٠) دقيقة فلا يؤدي الافتقار إلى ATP أو (فسفوكرياتين PC أو الجليكوجين) إلى إعاقته، حيث انه يحدث هبوط كبير في مستوى PC في العضلة، وهذا النقصان في PC تكون نسبته واحدة في النشاط البدني الذي يستمر من (٦-٧) دقائق إلى (٢٠-٢٥) دقيقة، وبناء على ذلك إذا كان استهلاك PC سببًا للتعب في هذا النوع من العمل، فانه من غير الممكن ان يستمر العمل أكثر من ٦-٧ دقائق، بالرغم من هبوط جليكوجين العضلة إلى (١٠-٥٠٪) أثناء العمل الذي يستمر أقل من ٤٠ دقيقة، فقد اتفقت نتائج التجارب أنه لا يساعد جلوكوز الدم أو الدهون في الأنشطة التي تستمر أقل من ٢٥ دقيقة، وقد يكون (حامض اللكتيك) عاملًا يثبط الإنزيم الخاص بانشطار الجليكوجين وسببًا للتعب.

هذا ويصاحب استهلاك الجليكوجين الشعور بالتعب عند أداء التمرينات العنيفة التي تستمر أكثر من (٤٠-١٨٠) دقيقة. بناء على حالة اللاعب. وعندما يزيد مخزون الجليكوجين في العضلة يزداد زمن التحمل وبالعكس.

<u>يمكن أن يحمل عدم قدرة العضلات على الاحتفاظ بالانقباضات العضلية وظهور التعب العضلي في الأماكن التشريحية التالية:</u>

١- الجهاز العصبي المركزي.

٢- نقط الاتصال العصبية العضلية.

٣- العضلة من حيث عمليات الانقباض أو استنزاف مصادر الطاقة (فوسفوكرياتين PC والجليكوجين.

٤- نمطية توزيع ألياف العضلة، من ناحية الألياف السريعة والبطيئة.

٥- تراكم الكالسيوم بالأوعية الناقلة للجهد الكهربائي بالعضلة الهيكلية.

٦- نقص كمية الدم المغذية للعضلة وتدعي (الإسكيميا).

٧- نقص في الأوكسجين اللازم للأنسجة العضلية.

٨- ارتفاع درجة حرارة العضلات العاملة... وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الجسم.

٩- التأثير الخاص بنوع النشاط البدني.

تشخيـص التعـب

لقد أشار (أوختومسكي) أن أهم المؤشرات التي تؤدي إلى التعب هي:

١- زيادة عدد الأخطاء.. كنتيجة لاختلال التناسق في التصرفات.

٢- عدم الكفاية في خلق وتكوين حركات جديدة ومفيدة واستيعابها.

٣- عدم تناسق العمل الوظيفي من خلال زيادة صرفيات الطاقة.

وتشير الأبحاث المتعلقة باستهلاك الأوكسجين إلى إمكانية انخفاض فاعلية تأثير التعاون الوظيفي لأجهزة الجسم في ظروف التعب وقد اتضح في التمارين ذات الشدة المعتدلة (١٥ كم في السباحة) إمكانية انخفاض معدل استهلاك الأوكسجين في نهاية السباق (إستراند)، ويعتقد (ف. ف. ميخائيلوف) أن ظواهر التعب المختلفة، تعتمد على طبيعة النشاط العضلي ومهارة الرياضي، وأن الإخلال في تناسق الحركات وعدم التناسق في الوظائف، يمكن أن تظهر في الغالب عند رياضيي المهارات المتوسطة، وقلما يلاحظ مثل هذا الاختلال في الوظائف أثناء النشاط العضلي الشديد عند رياضيي المستويات العليا، وعلى ما يبدو أن الخصائص الشخصية للرياضي، يجب الأخذ بها عند تقويم ظواهر التعب المختلفة خلال قطع مسافة السباق.

من الضروري عند وصف علامات التعب الظاهرية، الأخذ بعين الاعتبار نقطة مهمة أخرى، فغالبًا ما يستعرض رياضيو المستويات العليا في المسافات الأخيرة من السباق، تكنيك الحركات الرائعة، ويصلون إلى خط النهاية بسرعة عالية، واستطاع (فارفل) ومساعدوه القيام ببحث ظواهر التعب في المسافات الطويلة، وأن يسجل عند بعض العدائين في نهاية السباق،ارتفاعا ملحوظًا في سرعة العدو كنتيجة لزيادة سرعة تردد الخطوات وطولها، ويفسر ذلك، بأن الرياضيين يصلون خط النهاية دون أن يبلغوا حالة التعب القصوى، وفي هذه الحالة تكون السرعة القصوى والتكنيك الجيد للحركات في نهاية السباق، تعبيرًا لتنظيم وترتيب القوى بشكل خاص، وهي حصيلة لوضع خطة خاصة للركض.

وفي رياضة المشي والركض والتجديف، أي في تلك الأنواع الثنائية من النشاط العضلي، يؤدي التعب إلى انخفاض قوة العضلات، وهذا ما يظهر في انخفاض قوة الدفع، وبالتالي يصبح طول الخطوات أقل، (ف. س. فارفيل)، فأثناء الركض، وبسبب حدوث ظاهرة التعب، تزداد زمن لحظة الارتكاز، أما زمن الطيران فيقل، وفي هذه الحالة تكون القوة العضلية غير قادرة على أداء جهد سريع أو مفاجئ، وفي المرحلة الأولية لنمو التعب يمكن لانخفاض قوة الانقباضات العضلية، أن تعوض بزيادة سرعة (تردد الحركة)... ونتيجة لذلك يمكن الاحتفاظ بسرعة الركض السابقة لبعض الوقت، وقد سميت هذه الفترة بطور التعب التعويضي أو «التعب المستتر» واتضح أن درجة التعويض تعتمد على مستوى الرياضي حيث تبرز بشكل أكبر عند رياضيي المستويات العليا.



ويقترح (أ . أ . فيرو) تقسيم هذه المرحلة من نمو التعب إلى ثلاث مراحل هي:

١- مرحلة التغلب الاعتيادي على الشعور بالتعب... عندما لا توجد هناك ضرورة للتغيرات التعويضية.

٢- المرحلة اللااقتصادية للعمل (تشترك فيها الوحدات الحركية الفعالة والثانوية).

٣- مرحلة التعويض الحركي للتعب.

أما فترة التعب الظاهر (اللاتعويضي) فمن المعلوم أن إمكانيات الجسم التعويضية غير كبيرة، فلذلك تهبط السرعة في مراحل العمل النهائية بغض النظر عن زيادة تردد الحركة، ويدخل الجسم في ظهور التعب اللاتعويضي، ويمكن أن تمتاز فترة العمل الختامية بهبوط مستوى الجهد وانخفاض تردد الحركات، وفي الأنواع الرياضية الأخرى يمكن أن تظهر تغيرات الوظيفة الحركية أثناء ازدياد التعب، ففي نوع معين من الرياضة حيث يجري دمج نوعين من الأنواع الرياضية هما (التزلج على الأسكي ورمي السهم) يلاحظ في المرحلة الختامية من العمل، ونتيجة للتعب، إن حركات التصويب تصبح غير دقيقة ويلاحظ أيضًا اختلال التوجيه الفضائي للحركة، وفي الوقت نفسه تتغير العلاقة بين دقة الحركة وزمن تحقيقها.

تنتمي الملاكمة والمصارعة والمبارزة إلى مجموعة الأنواع الرياضية غير القياسية (ويتم تحديد النتيجة النهائية على أساس النقاط)، وتتسم تلك الأنواع الرياضية بالتعب العرضي (الوقتي) حيث يتضاعف التعب عند الملاكمين في نهاية النزال وتقل سرعة اللكمة بمقدار (٠,٠٢-٠,٠٧ ثانية) ويصبح رد الفعل المعقد غير جيد وتهبط دقة الضربة وتقل سرعة توجيه اللكمة، لذلك فان تقليل سرعة حركة الضربة، يؤثر بشكل واضح على حجم قيمة الضربة.

ومن الأعراض الواضحة تمامًا للتعب، قلة الإحساس بالمسافة، ونتيجة لذلك يفقد الملاكمون المقدرة على تقدير المسافة الفاصلة بينهم بصورة صحيحة، ويهاجمون في اللحظات غير المناسبة، وان المقدرة في تقدير المسافة هي نتيجة للنشاط المشترك لعدد من أجهزة التحليل، ومنها أجهزة التحليل الحركية والبصرية، ويبدو أن ظروف التعب تؤدي إلى اختلال العلاقة المثالية في أجهزة التحليل، حيث يتضاعف عند المصارعين أثناء عملية الاشتباك السريع زمن تنفيذ الهجوم وكذلك عناصره «التقدم» و«القطع» أما عند المبارزين ونتيجة لزيادة التعب يصبح زمن الاستجابة المعقد كبيرًا.

ونتيجة لما تقدم فان المعلومات والاستنتاجات النظرية والتي تم الحصول عليها نتيجة الاختبارات، تساعدنا في الوصول إلى التصميم التالي:

١- من أجل تفهم طبيعة التعب في مختلف أنواع النشاطات العضلية، لا بد لنا من معرفة دور كل جهاز من الأجهزة الوظيفية في الجسم، ومدى مساهمتها في مقاومة التعب،

فان تحديد العوامل الرئيسية في التعب في كل نوع من أنواع الفعاليات الرياضية، يساعد على إيجاد الطرق المناسبة لرفع مستوى كفاءة الأداء.

٢- تتخذ الإمكانيات الأوكسجينية واللاأوكسجينية والجهاز التنفسي والدورة الدموية أهمية كبري في التغلب على التعب.

٣- يلعب التكنيك الرياضي وأداء الحركات بصورة اقتصادية والاسترخاء، دورًا كبيرًا في فعاليات التحمل.

٤- من أجل تحقيق إمكانيات القوى الكامنة تصبح عملية توزيع القوى بصورة منسقة مهمة جدًا، فبمقارنة التوزيع المثالي والمنظم في القوى مع التوزيع المتغير، يتضح أن التوزيع المنظم أكثر فائدة، وبالإضافة إلى ذلك فمن المهم استيعاب الاحتمالات المختلفة لتوزيع القوى المتغيرة، فان ذلك يسمح بتوسيع قابلية التكنيك الرياضي.

٥- يعتمد ظهور التعب على نوع الرياضة، ففي الفعاليات الثنائية يظهر التعب قبل كل شيء في انخفاض قوى التقلصات العضلية (الجهد أثناء الدفع)، وفي الأنواع الرياضية الأخرى (كالملاكمة والمصارعة والمبارزة) يظهر في سرعة الحركة ودقتها وعدم التنسيق بين النشاطات المشتركة للأجهزة التحليلية.

الأنظمة الفسلجية وآلية التعب

إن درجة مشاركة هذه الأنظمة الفسلجية أو تلك في أداء تمارين ذات الصفة والقدرة المختلفة لا تكون متساوية، وعند أداء أي نوع من التمارين يمكن إفراز الأنظمة المحتملة الأساسية القيادية والتي تحدد إمكانياتها الوظيفية قدرة الإنسان في أداء هذا التمرين بمستوي الشدة أو الصفة المطلوبة، وتحدد درجة أحمال هذه الأنظمة من حيث العلاقة بقدراتها القصوى والاستمرارية المحدودة لأداء هذا التمرين، أي فترة حلول حالة التعب، وبهذا الشكل فإن القدرات الوظيفية للأنظمة لا تحدد بشدة تنفيذ هذا التمرين واستمراريته القصوى أو طبيعته وإنما تُحجّم بذلك أيضًا، ولا تكون أسباب التعب عند أداء الأنواع المختلفة من التمارين متساوية، وترتبط ملاحظة الأسباب الرئيسية للتعب بمفهومين أساسيين:

فالمفهوم الأول: يمثل التعب الموضعي، أي إفراز ذلك النظام الذي تحدد فيه التغيرات الوظيفية حلول حالة التعب.

والمفهوم الثاني: يمثل آليات التعب، أي تلك المتغيرات المعينة في نشاط الأنظمة الوظيفية القيادية التي تشترط تطور التعب.



وبموجب التعب الموضعي يمكن إفراز ثلاث مجاميع أساسية من الأنظمة تؤمن تنفيذ جميع التمارين وهي:

١- **الأنظمة المسيطرة:** وهي النظام العصبي المركزي والنظام العصبي العضلي والنظام الهرموني.

٢- **نظام التأمين الوظيفي للنشاط العضلي:** هو مجموعة أنظمة التنفس والدم والدورة الدموية.

٣- **النظام المقيد:** الجهاز الحركي (الطرفي العضلي - العصبي).

عند أداء أي من التمارين، تحدث تغيرات وظيفية في حالة المراكز العصبية التي تتحكم بالنشاط العضلي وتسيطر على تأمينها الوظيفي، فتكون المراكز العصبية القشرية أكثر حساسية للتعب، ويظهر الإخلال في التناسق الوظيفي غالبًا في الحركات، كما يظهر الإحساس بالتعب كظواهر التعب العصبي المركزي، وقد أشار الباحث (سيتيشينوف) إلى ذلك حيث قال «يدخل مصدر الإحساس بالتعب بشكل اعتيادي في العضلات العاملة أما أنا فادخله في النظام العصبي المركزي بشكل استثنائي». وتبقي آليات التعب العصبي المركزي غير معللة في كثير من الأمور، فطبقا لنظرية (أي. ب. بافلوف) يعرف تعب الخلايا العصبية على أنه ظهور كبح وقائي خارج الحدود، ينشأ كنتيجة لنشاط تلك الخلايا المشدود (المستمر)، وغالبًا ما يعتقد أن مثل هذا الكبح يظهر في وقت العمل، وقد يكون التعب مرتبطًا بتغيرات في النشاط الوظيفي للنظام العصبي والغدة الصماء ويكون دور الأخيرة كبيرًا بشكل خاص عند التمارين الطويلة (أ. أ. فيرو)، إن تغير هذه المنظومات في النشاط يمكن أن يؤدي إلى اختلال في تنظيم الأجهزة الوظيفية والتأمين الطاقي للفعالية العضلية وهكذا ...!

يمكن أن تعمل الكثير من التغيرات في نشاط أنظمة التأمين الوظيفي، وقبل كل شيء أنظمة التنفس ونظام القلب . الوعائي كسبب لتطور التعب، بالإضافة إلى انخفاض قدرات نقل الأوكسجين في جسم الشخص العامل، وقد يرتبط التعب بتغيرات في الجهاز الحركي أي في العضلات العاملة، وعند ذلك يكون التعب العضلي (الطرفي) كحصيلة للتغيرات التي تظهر في الجهاز التقلصي للألياف العضلية أو في المجسات العصبية العضلية.

وقديمًا تمت صياغة ثلاث آليات أساسية للتعب العضلي:

١- نضوب المصادر الطاقية.

٢- تسمم بالنواتج المتجمعة لتفكك المواد النشطة.

٣- الاختناق نتيجة لعدم كفاية ورود الأوكسجين.

ويتضح في الوقت الحاضر أن دور هذه الألياف في تنمية التعب غير متساو عند أداء التمارين المختلفة، أما عند أداء التمارين اللاأوكسجينية فيلعب نضوب مخزون الفوسفاجينات داخل العضلة دورًا مهمًا جدّاً في تطوير التعب العضلي وخاصة في تمارين القدرة القصوى أو القريبة من القصوى وعند نهاية أدائها ينخفض تركيز ATP بمقدار (٣٠-٥٠٪) أما تركيز CP فانه ينخفض بمقدار (٨٠-٩٠٪) في المستوى النهائي، وطالما تعمل الفوسفوجينات لهذه التمارين كمصدر قيادي نشط، فإن نضوبها يؤدي إلى استحالة المحافظة على القدرة المطلوبة للتقلصات العضلية، وكلما كانت قدرة الأحمال أقل كلما كان انخفاض محتويات الفوسفوجينات في العضلات العاملة عند نهاية العمل أقل، وعندئذ يكون دور هذا الانخفاض في تطوير التعب العضلي صغيرًا، أما عند أداء التمارين الأوكسجينية فلا يحدث انخفاض في المخزون داخل العضلات بالنسبة للفوسفوجين، أو يكون هذا الانخفاض غير كبير، لذلك لا تلعب الآلية الحالية أي دور في تنمية التعب.

إن تحلل السكر (تحلل الكلايكوجين) يلعب دورًا قياديًا أو مؤثرًا في التأمين الطاقي للعضلات العاملة عند أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية القريبة من القصوى وكذلك القدرة الأوكسجينية القصوى، ونتيجة لهذا التفاعل تتكون كمية كبيرة من حامض اللبنيك مما يؤدي إلى ارتفاع في تركيز الأيونات الهيدروجينية (انخفاض PH) في الخلايا العضلية، ونتيجة لذلك تتعرقل سرعة تحلل السكر وسرعة نواتج الطاقة الضرورية للمحافظة على قدرة التقلصات العضلية المطلوبة، وبهذا الشكل يكون تجميع حامض اللبنيك (انخفاض PH) في العضلات العاملة، كآلية قيادية للتعب العضلي عند أداء تمارين القدرة اللاغازية دون القصوى، كما إنها ستكون طبيعية جدًا عند أداء التمارين اللاأوكسجينية القريبة من القصوى والقدرة الأوكسجينية القصوى، وخلال فترة أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية القصوى لم يفلح تحلل الجيلكوجين بالانشطار، فلذلك يكون تجمع الأسيد في الخلايا العضلية غير كبير، فكلما كانت قدرة الحمل في تمارين القدرة اللاأوكسجينية أقل كلما كان دور تحلل السكر اللاأوكسجيني في نواتج النشاط العضلي اصغر، وفقًا لذلك سيكون تركيز الأسيد في العضلات في نهاية العمل أقل، وبالتالي لا يحدث هناك تجمع بكميات كبيرة للأسيد في العضلات عند أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية القصوى، وكذلك عند أداء تمارين القدرة الغازية غير القصوى ولهذا السبب لا تكون هناك أية أهمية لهذه الآلية في تطوير التعب العضلي، أما بالنسبة لبعض التمارين فيلعب نضوب مصادر الكربوهيدرات وبالدرجة الأساسية الجيليكوجين كمصدر أساسي لتأمين التمارين اللاأوكسجينية والتكارين الأوكسجينية القصوى بالطاقة، فعند أداء هذه التمارين ينشطر هو بطريقة لا أوكسجينية بشكل استثنائي تقريبًا مع تكون الأسيد الذي يؤدي إلى (انخفاض PH) وخفض سرعة

صرفه للجليكوجين العضلي بسرعة، الأمر الذي يحدد في النهاية جعل هذه التمارين قصيرة فلذلك يكون صرف الجليكوجين العضلي عند أداء هذه التمارين غير كبير إذ يصل إلى ٣٠٪ من المحتويات النهائية ولا يمكن اعتباره عاملًا مهمًا للتعب العضلي، إن الكربوهيدرات (الجليكوجين العضلي وجلوكوز الدم) في التمارين الأوكسجينية القريبة من القصوى تعمل كمصادر طاقة أساسية للعضلات العاملة والمستخدمة في التفاعلات المؤكسدة، ولقد تم إثبات أهمية المصادر الكربوهيدراتية للجسم لكفاءة الأداء الأوكسجينية القريبة من القصوى في أبحاث خاصة، وفيها قام الخاضعون للاختبار بأداء التمارين الأوكسجينية القريبة من القصوى (بمستوى يقارب ٧٥٪) من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين مرة واحدة بتركيز اعتيادي للجليكوجين في العضلات وفي الكبد باستعمال وجبة غذائية اعتيادية ومختلفة، وقد استغرق معدل تنفيذ التمرين (٩٠ دقيقة) تقريبًا وفي نهاية العمل انخفض تركيز الجليكوجين في العضلات إلى الصفر تقريبًا، وقام الخاضعون للاختبار بأداء التمرين نفسه مرة أخرى بعد مضي (٣ أيام) وفي بعض الحالات وعلى امتداد الأيام الثلاثة هذه لم تضم الوجبة الغذائية مادة الكربوهيدرات (وجبة زلالية دهنية) وخلال هذه الأيام لم تحدث استعادة الجليكوجين المصروف في العضلات والكبد، لذلك تم تكرار التمرين في حالة تركيز الجليكوجين المنخفض وانخفضت استمراريته القصوى كحد متوسط إلى ٦٠ دقيقة.

وفي حالات أخرى وعلى امتداد (٣ أيام) بعد نضوب جليكوجين الحمل احتوت الوجبة الغذائية كربوهيدرات بتركيز مرتفع (٨٠-٩٠٪) من الاحتياج الحراري اليومي أمنته الكربوهيدرات مقابل (٤٠٪) في الوجبة المختلطة ونتيجة لذلك تجاوز تركيز الجليكوجين في العضلات والكبد (١,٥ - ٣ مرات) التركيز الاعتيادي بالنسبة للشخص الحالي، إن هذا التناسق لجليكوجين الحمل «الناضب» والوجبة الغذائية المزدوجة بالكربوهيدرات للأيام الثلاثة اللاحقة والتي سببت ارتفاعًا ملحوظًا في تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة والكبد أطلق عليها تسمية طريقة التشبع الكربوهيدراتي (كوتس)، واستخدام هذه الطريقة يؤدي إلى زيادة كبيرة في إطالة متوسط العمل الأقصى إلى ١٢٠ دقيقة، وفي تأمين التمارين الأوكسجينية بالطاقة ذات القدرة المنخفضة جدًا (المتوسطة وما دونها) تلعب الشحوم إلى جانب الكربوهيدرات دورًا كبيرًا، وفي نهاية أداء هذه التمارين يكون تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة منخفضًا بشكل ملموس، ولكن ليس بنفس الدرجة التي تكون فيها التمارين الأوكسجينية دون القصوى، لذلك لا يمكن اعتبار نضوبه كعامل أساسي للتعب ومع ذلك فهو عامل مهم، فمع انخفاض تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة فإنها تستخدم وبدرجة كبيرة جلوكوز الدم الذي وكما هو معلوم يشكل مصدرًا طاقيًا وحيدًا للنظام العصبي ومن أجل مضاعفة استخدام العضلات العاملة للجلوكوز ينخفض مخزون الجليكوجين في الكبد

والذي عند انشطاره يتم تأمين ورود الجلوكوز إلى الدم فلذلك وحسب درجة أداء تمارين القدرة الأوكسجينية المتوسطة ينخفض تركيز الجلوكوز في الدم (يتضاعف هبوط سكر الدم)، مما قد يؤدي إلى اختلال نشاط منظومة العصب المركزي والتي تؤدي إلى التعب فكلما كان تركيز الجليكوجين النهائي في العضلات والدم أعلى كلما تأخر تطور هبوط سكر الدم والتعب عند أداء هذه التمارين، إن تناول الكربوهيدرات (الجلوكوز) أثناء قطع المسافات يمنع أو يبعد هذه الظواهر، وبالإضافة لذلك إذا تم تناول الكربوهيدرات قبل الانطلاق فسيرتفع طرح (الأنسولين) في الدم وسينخفض تركيز (الجلوكوز) أثناء العمل، أي يتطور هبوط سكر الدم بسرعة جدّاً ويحل التعب.

المواصفات البيوكيميائية للتعب

عند تنفيذ أي نشاط عضلي يستمر لفترة طويلة، تتنامى حالة توصف بزمن هبوط الكفاءة يطلق عليها . حالة التعب . وهذه ليست حالة مرضية وإنما هي حالة عادية للجسم، تقوم بدور دفاعي، وهي تعطي مؤشرات بيولوجية ووظيفية غير مريحة، وتظهر نتيجة العمل، وهي تعمل بصورة آلية لتحقيق شدة العمل العضلي، وينخفض في حالة التعب تركيز ATP في الخلايا العصبية وتتباطأ سرعة معاملة الإشارات التي ترد من المستقبلات، ويتنامى في المراكز الحركية الكبح الوقائي الذي يرتبط بتكوين محلول حامضي.

وفي حالة التعب يستنفد نشاط الغدد الصماء، الأمر الذي يؤدي إلى هبوط إنتاج الهرمونات وانخفاض نشاط عدد من الهرمونات ويؤثر هذا قبل كل شيء على الألياف العضلية لـ ATP التي تراقب تحويل الطاقة الكيميائية إلى شغل ميكانيكي، وعند انخفاض سرعة انشطار ATP إلى ألياف عضلية تهبط آليًا قدرة العمل المنفذ.

وينخفض في حالة التعب نشاط إنزيمات الأكسدة الغازية وتحترق وتتمازج بفعل أكسدة وإعادة تكوين ATP، ومن أجل الحفاظ على المستوى المطلوب لـ ATP سيحدث تعزيز داخلي لتحلل السكر الذي تصاحبه عملية أكسدة الأوساط الداخلية.

ويحدث في العضلات العاملة عند التعب نفاذ احتياطي مصادر الطاقة (الفوسفوكرياتين والنشا الحيواني) وتتجمع نواتج انحلال حامض اللبنيك، وهنا يحدث خرق لتنظيم تلك العمليات المتعلقة بتأمين العضلات بالطاقة، وتظهر تغيرات واضحة في نشاط أنظمة التنفس الرئوي والدورة الدموية، ولا تزال أسباب نمو التعب عند أداء عمل عضلي غير معروفة تمامًا وينظر إليها في غالبية الحالات كمجموعة ظواهر يكون سبب هبوط الكفاءة فيها هو خروج واحد من عناصر تلك المجموعة من المشاركة الجادة في العلاقات المتبادلة في أنظمة الأعضاء والوظائف التي تؤمن تنفيذ العمل أو خرق العلاقات بين الأنظمة.

واستنادًا إلى ظروف النشاط العضلي والمميزات الذاتية للجسم فان دور الحلقة القيادية في تطوير التعب يمكن أن تأخذه على عاتقه أي عضو أو وظيفة، إذ يصبح عملها في لحظة زمنية معينة غير متكيفًا للحمولات المطلوبة. وعليه فان أول سبب للتعب يصلح أن يكون الانخفاض في مصادر الطاقة والهبوط في نشاط الإنزيمات الأساسية، وعادة عند تنفيذ عمل قصير مكثف، فان السبب الأساسي للتعب يمكن أن يكون نمو الإعاقة الوقائية بسبب خرق توازن الـ ADP ATP ونضوب المايوزين في الـ ATP للعضلات العاملة تحت تأثير نواتج التبادل المتراكمة. وعند تنفيذ عمل معتدل نسبياً . وطويل فإن السبب الأساسي للتعب هو خرق نشاط آليات تأمين الطاقة (مثلًا نفاذ احتياطي النشا الحيواني داخل العضلات أو تراكم نواتج الدهون غير المؤكسدة كليًا) وكذلك انخفاض تهيج العضلات الناجم عن خروج البوتاسيوم الموجود في فضاء ما بين الخلايا.

تأثير التعب على العضلات والمفاصل والغضاريف

إن ممارسة التدريب إلى حد الشعور بالتعب، يفيد من زيادة تنمية وتطوير الأجهزة الحيوية والقوة العضلية. لأن عضلات الجسم لا تستفيد من التدريبات الرياضية إلا إذا شعر اللاعب في نهاية التدريب بشيء من التعب العضلي ولكن ليس معنى ذلك المبالغة والوصول إلى درجة الإجهاد. لان الإرهاق العضلي يعتبر من أخطر ما يهدد سلامة اللاعبين وتعرضهم للإصابات كتمزق العضلات والأوتار ومتاعب المفاصل ومشاكل الغضاريف، بالإضافة إلى أن الإرهاق الشديد بجسم اللاعب يزيد من الطاقة الكهربائية والمجال المغناطيسي اللذين يصدران عن القشرة المخية. وبذلك يصبح المجال المغناطيسي في غير مجاله الصحيح أو الطبيعي، مما يؤدي إلى فقدان اللاعب لدرجة الاتزان وعدم القدرة في السيطرة على الحركات الرياضية وهبوط مستوى سرعة الاستجابة للحركات المطلوب أداؤها في المواقف الفجائية وانخفاض القدرة العضلية، كما أن تكرار الارهاق العضلي يحدث تغيرات كيميائية في السوائل الزلالية بمفاصل الجسم بصفة عامة، والمفاصل الكبيرة بصفة خاصة، وبذلك تصبح سوائل هذه المفاصل أقل ميوعة و أكثر لزوجة، وبتكرار حدوث ذلك تتكون الالتصاقات في أربطة المفاصل ويصيبها التليف ثم التصلب وتفقد مرونتها تمامًا مما يؤدي إلى الشعور بأوجاع المفاصل. وتدريجيًا إلى الألم المفصلي الحاد وعدم القدرة على أداء الحركات الطبيعية للمفصل. وأخيرا تتصلب الأربطة والأوتار العضلية المحيطة بهذه المفاصل ثم تتعرض الغضاريف لعدة مشاكل وفي النهاية يصاب اللاعب بأمراض المفاصل المزمنة.

التعب خلال أداء تمارين رياضية مختلفة

يكون التناسق الخاص في الأنظمة القيادية (الموضعية) وآليات التعب مميزًا للتمارين المختلفة، وعند أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية القصوى يكون للعمليات التي تحدث في منظومة العصب المركزي والجهاز العصبي العضلي المنفذ دور مهم جدًّا في تنمية التعب وفي وقت أداء هذه التمارين يتوجب على المراكز الحركية العليا أن تنشط . وبشكل أقصى . العدد الممكن من الخلايا العصبية الحركية الخاصة للعضلات العاملة، وتأمين النبضات ذات النوعية المرتفعة، فمثل هذه «السيطرة الحركية» المشدودة يمكن أن تنخفض خلال عدة ثوان فقط، وينخفض تردد النبضات بصورة مبكرة ويحدث توقف في الخلايا العصبية الحركية السريعة ثم يتم استهلاك الفوسفاجينات بشكل سريع ومطلق في العضلات العاملة وخاصة فوسفات الكرياتين، لذا يشكل نضوب الفوسفاجينات (المصادر الأساسية القادرة على تأمين مثل هذا العمل) واحدًا من آليات التعب الرئيسية عند أداء هذه التمارين، إن تحلل السكر اللاأوكسجيني يتضاعف بشكل أبطأ، لذا بعد مرور عدة ثوان من العمل بزيادة تركيز الأسيد في العضلات المتقلصة بكمية غير كبيرة. إن لأنظمة التأمين الوظيفي دورًا مهمًا في أداء هذه التمارين وبالتطابق في تنمية التعب نظرًا لنشاطها، وعند أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية القريبة من القصوى المحددة لتنمية التعب، تعمل التغيرات الجارية في منظومة العصب المركزي وفي الجهاز العضلي المنفذ بنفس الطريقة وكما هو الحال عند العمل اللاأوكسجيني الأقصى يجب أن تؤمن منظومة العصب المركزي (م ع م) نبضًا ذات تردد عالي لغالبية الخلايا العصبية الحركية التي تمد العضلات الأساسية العاملة بالعصب، ويجري في الخلايا العضلية نفسها استهلاك شديد للتمثيل الغذائي اللاأوكسجيني، الفوسفاجينات والجليكوجين العضلي، كما تتجمع وتنتشر في الدم كمية كبيرة من حامض اللبنيك في العضلات والدم كسبب مهم للتعب خلال العمل اللاأوكسجيني القريب من الأقصى، مما يؤدي إلى انخفاض سرعة تحلل الجليكوجين في العضلات من جهة، ويؤدي تأثيرًا غير جيد على نشاط منظومة العصب المركزي من جهة أخرى.

أما عند أداء تمارين القدرة اللاأوكسجينية دون القصوى فإن الآلية الرئيسية للتعب في هذه التمارين والمرتبطة مع تحلل الجليكوجين (كوسيلة للتأمين الطاقي الأساسي) هي تجميع أو تجمع للأسيد في العضلات وفي الدم (وانخفاض PH في الخلايا العضلية وفي الدم.

إن هذين العاملين يقودان إلى انخفاض سرعة تحلل الجليكوجين في العضلات ويسببان تأثيرًا سلبيًا على نشاط (م ع م) منظومة العصب المركزي، وعند أداء تمارين القدرة الأوكسجينية القصوى يرتبط التعب وقبل كل شيء مع النظام الناقل للأوكسجين الذي تكون إمكانياته القصوى عاملًا محددًا لكفاءة الأداء،إن إحدى هذه الآليات الرئيسية

للتعب في هذه الحالة هو تزويد العضلات العاملة بكمية غير كافية من الأوكسجين وفي سير هذا العمل تحصل العضلات على الحصة الكبرى من الطاقة نتيجة تحلل الكليكوجين اللاأوكسجيني مع تكون حامض اللبنيك الذي يكون لتجمعه (انخفاض PH) في العضلات وفي الدم دور مهم أيضًا في تطوير التعب.

إن أداء تمارين القدرة الأوكسجينية القريبة من القصوى أيضا يتحدد بقدرات النظام الناقل للأوكسجين بشكل أساسي، ونتيجة لأدائها ينخفض تركيز الفوسفاجينات بشكل غير كبير ويكون تركيز الأسيد في العضلات وفي الدم غير كبير نسبيًا ويرتبط التعب بانخفاض إنتاج نظام القلب الوعائي ويبرز الإنتاج القلبي كعامل أساسي محدد لتأمين العضلات بالأوكسجين، ويؤمن العمل من خلال الجليكوجين بصورة أساسية، ولكن الامتناع عن استمراره لا يرتبط مباشرة بنضوب مصادر الجسم الكربوهيدراتية، كما أن التركيز العالي لحامض اللبنيك في العضلات وفي الدم يعتبر واحدًا من آليات التعب المهمة عند أداء تمارين القدرة الأوكسجينية القريبة من القصوى.

وترتبط تمارين القدرة الأوكسجينية دون القصوى بالأحمال الكبيرة بنظام القلب الوعائي ويؤمن أدائها من خلال العمليات المؤكسدة في العضلات العاملة المستخدمة - كمصدر أساسي - الجليكوجين العضلي وجلوكوز الدم.

إن الآلية الأساسية للتعب عند هذه التمارين هي نضوب مخزون الجليكوجين في العضلات العاملة وفي الكبد، واغلب التغيرات الملحوظة في نشاط نظام القلب الوعائي على امتداد فترة الحالة شبه المستقرة تعكس جريان العمليات التي تؤدي في نهاية الأمر إلى التعب، فالأحمال الكبيرة والطويلة على القلب تؤدي إلى انخفاض إنتاجية عضلة القلب وتلعب الكلى دورًا كبيرًا في المحافظة على درجة حرارة الجسم الضرورية (فرط الحرارة العاملة) والتي ترتفع حسب درجة استمرارية العمل دورًا معينًا في تنمية التعب.

تبدي تمارين القدرة الأوكسجينية المتوسطة حملًا كبيرًا جدًّا على النظام الناقل للأوكسجين، فعند العمل بمثل هذه القدرة يحدث صرف كبير في جليكوجين العضلات، وصرف مضاعف (نضوب) في جليكوجين الكبد، مما يؤدي إلى تطور هبوط سكر الدم، وبهذا الشكل ستتأثر (م ع م) منظومة العصب المركزي والذي يمثل جلوكوز الدم بالنسبة لها دور المصدر الطاقة الوحيد، وإضافة لذلك فان لاختلال عمليات تنظيم الحرارة أهمية كبرى بحيث تستطيع أن تسبب ارتفاعًا في درجة حرارة الجسم، ويحدث ارتفاع في درجة انتقال الحرارة نتيجة لإعادة توزيع جريان الدم (مضاعفة مجري الدم الجلدي وانخفاض مجري الدم للعضلات العاملة)، وينخفض تزويد العضلات العاملة بالأوكسجين مما يؤدي إلى تعب عضلي، وتمتاز تمارين القدرة الأوكسجينية الصغرى بنفس تلك الحالات الموضعية والآليات التي تؤدي إلى التعب، كما هو الحال في تمارين القدرة الأوكسجينية المتوسطة، أما

الفرق فيتمركز في بطء حدوث العمليات المذكورة وفي استهلاك الشحوم بكميات كبيرة، فالمواد غير مكتملة الأكسدة يمكن أن تصل للدم وتشكل عاملًا مهمًا للتعب.

علاقة التدريب الرياضي بالتعب

إن الفرد الرياضي يتأخر ظهور التعب لديه لعدة أسباب:

١- تناسب كمية الدم الواصلة للعضلات العاملة مع كمية المجهود الذي يقوم بأدائه.

٢- قدرة الأوعية الدموية على الاتساع بسرعة لسد حاجة العضلات.

٣- وجود قلويات وجلوبين بوفرة في العضلات.

٤- توافق الجهازين العضلي والعصبي (التوافق العضلي العصبي).

٥- ازدياد القوة الميكانيكية للعضلة.

٦- الاقتصاد في الطاقة لمعرفة اتجاهات ومسارات الحركات المختلفة نتيجة لمعرفة اللاعب السابقة بالحركات.

الفصل الثاني

عمليات استعادة الشفاء

مفهوم استعادة الشفاء

يعني مصطلح *(استعادة الشفاء)* تحسين... تجديد... تنشيط... استعادة... تقوية... إعادة بناء... إعادة إنتاج... تعويض... شفاء، أو انه الفترة الزمنية التي تعقب الحمل وحتى الوصول إلى المستوى الذي كان عليه الفرد قبل أداء الحمل أو تخطيه، وكذلك استعادة القدرة على أداء حمل معين من جديد. ويتضح من ذلك أن فترة (استعادة الشفاء) يقصد بها تلك الفترة التي تعقب الحمل والتي ينخفض أثناءها مستوى الرياضي نتيجة لحالة التعب البدني آو النفسي الناتج عن أداء المجهود الرياضي.

وإذا نظرنا إلى المصطلح من وجهة النظر اللفظية البحتة نجد أن مصطلح (استعادة الشفاء) يعني أن هناك حالة مرضية تحدث نتيجة للحمل يتم الشفاء منها أثناء هذه المرحلة، إلا أن أداء الحمل الرياضي يؤدي وكما هو معروف إلى التعب وليس إلى المرض.

وتهدف هذه الفترة إلى التخلص من هذا التعب، وبذلك أصبح مصطلح التعب يستخدم بصورة غير مباشرة كمرادف لمصطلح المرض، ولا يحتاج الأمر إلى الإشارة إلى أن ذلك يبعد عن محتوي هذا المصطلح بل وإلى حد كبير... فحالة التعب ليست حالة مرضية، وكذلك لا يعني الرجوع إلى الحالة الطبيعية (استعادة الشفاء)، إذ أن مصطلح استعادة الشفاء كما ذكر سابقًا يستخدم للدلالة على الفترة التي تعقب الجهد البدني والتي يتم أثناءها التخلص من التعب.

و *(التعب)*.. هو الهبوط الذي يحدث في مستوى الإنجاز نتيجة للنشاط، ومن الممكن أن يعود هذا الهبوط إلى الحالة الأصلية، وهو عبارة عن عملية مركبة (تحدث أثناءها تغيرات كيميائية وفسلجية نتيجة للحمل)، وتحدث هذه التغيرات في جميع المستويات التنظيمية للأعضاء الداخلية وبدرجات شدة مختلفة. وتحدد هذه التغيرات وتؤثر في بعضها البعض وتؤدي إلى حدوث هبوط مؤقت في مستوى الإنجاز وفي المستوى الوظيفي للأعضاء الداخلية.

ويعرفه (يونات ١٩٨٨) بأنه (الهبوط المؤقت الذي يحدث في مستوى الإنجاز نتيجة للأحمال البدنية والنفسية). ويتضح من ذلك أن حالة التعب التي يتم التخلص منها أثناء الفترة المعينة تحدث نتيجة لتغييرات (بيوكيميائية وفسلجية)، أو نتيجة لتقص مصادر الطاقة أو لإجهاد الجهاز العصبي بسبب هبوط مستوى إنجاز المراكز التي تصل بين الخلايا العضلية والعصبية. وبذلك يكون المقصود بفترة (استعادة الشفاء) تلك الفترة التي يتم أثناءها سد النقص الذي حدث في مصادر الطاقة التي فقدها الجسم أثناء الحمل، وعودة المراكز العصبية إلى حالتها الطبيعية، أو بتعبير آخر يكون المقصود بها تلك الفترة التي يحدث أثناءها، استعادة إنتاج الطاقة، عودة الجهاز العصبي المركزي كله أو بعض المراكز العصبية إلى حالتها الطبيعية.

التغيرات الوظيفية وعمليات الاستعادة بعد توقف العمل

تحدث تغيرات متنوعة في نشاط الأنظمة الوظيفية المختلفة بعد التوقف عن العمل مباشرة ويمكن إفراز أربع مراحل في فترة الاستعادة وهي:

١- الاستعادة السريعة.

٢- الاستعادة المبطئة.

٣- التعويض المضاعف (فرط الاستعادة).

٤- الاستعادة الطويلة (المتأخرة).

إن وجود مثل هذه المراحل وفتراتها وميزاتها تتباين بشدة في الوظائف المختلفة، فالمرحلتان الأولى والثانية تشملان فترة استعادة كفاءة الأداء المنخفضة نتيجة للعمل المرهق، أما المرحلة الثالثة فتشمل ارتفاع كفاءة الأداء، وتمثل المرحلة الرابعة العودة إلى المستوى الطبيعي (ما قبل العمل) في كفاءة الأداء.

تتمثل الانقسامات العامة لاستعادة الوظيفة بعد العمل في الآتي:

أولاً: إن سرعة استعادة اغلب المؤشرات الوظيفية وطولها تتواجد في علاقة مستقيمة مع قدرة العمل، فكلما كانت قدرة العمل أعلى كلما كان حدوث التغيرات خلال فترة العمل أكبر وبالتالي كانت سرعة الاستعادة أكبر وهذا يعني أنه كلما كانت استمرارية التمرين القصوى أقصر، كلما كانت فترة الاستعادة أقصر، إذ ستستغرق استمرارية استعادة غالبية الوظائف بعد العمل اللاأوكسجيني الأقصى بضع دقائق، أما بعد العمل المستمر، مثلاً بعد ركض الماراثون فتستمر لعدة أيام.

إن خطوة الاستعادة البدنية لكثير من المؤشرات الوظيفية تظهر من حيث الطبيعة انعكاسًا متطابقًا لتغيراتها في فترة الإعداد.

ثانيًا: إن استعادة الوظائف المختلفة تجري بسرعة مختلفة، أما في بعض مراحل عملية الاستعادة وبعض الاتجاهات المختلفة فتجري بتلك الطريقة بحيث يكون بلوغ مستوى السكون قد تم في أوقات متباينة فلذلك لا يمكن الحكم على عمليات الاستعادة بأكملها من خلال مؤشر محدد واحد بل وحتى بضع مؤشرات وإنما من خلال الرجوع إلى المستوى الأولي (ما قبل العمل) للمؤشرات المستعادة (م. يا. غوركين).

ثالثًا: إن كفاءة الأداء وكذلك بعض وظائف الجسم التي تحددها تلك الكفاءة طيلة فترة الاستعادة بعد العمل القصوى لا تبلغ مستواها التي كانت عليه قبل العمل فقط وإنما تستطيع أن تتجاوزها أيضًا، مارة عبر مرحلة «فرط الاستعادة» وبمعني آخر إن هذا التجاوز المؤقت عن مستوى ما قبل العمل يحمل تعبير التعويض المضاعف (ن. ن. ياكوفلوف).

الدين الأوكسجيني واستعادة مخزون الطاقة للجسم

في عملية العمل العضلي يحدث استهلاك للمخزون الأوكسجيني للجسم وفوسفاجينات (ATP CP)، والكربوهيدرات (جليكوجين العضلات والكبد) وجلوكوز الدم وكذلك الشحوم ومن ثم تحدث عملية استعادتها بعد العمل ويستثني من ذلك الشحوم، التي قد لا تحدث عملية استعادتها.

إن عمليات الاستعادة التي تحدث في الجسم بعد العمل تجد انعكاساتها الطاقية في استهلاك الأوكسجين المرتفع (مقارنة بالوضع ما قبل العمل). الدين الأوكسجيني ووفقًا للنظرية النموذجية (أ. هيلك) سيكون الدين الأوكسجيني. هو الاستهلاك الفائض للأوكسجين فوق مستوى الهدوء ما قبل العمل الذي يؤمن الجسم بالطاقة من أجل الاستعادة إلى حالة ما قبل العمل، بما في ذلك استعادة مخزون الطاقة المصروفة خلال فترة العمل وإزالة حامض اللبنيك، وتنخفض سرعة استهلاك الأوكسجين بعد العمل آنيًا، فخلال ٢-٣ دقائق الأولى حيث يحدث الانخفاض بصورة سريعة جدًّا (عنصر الدين الأوكسجيني السريع غير اللاكتيكي) ومن ثم يبطئ أكثر عنصر (الدين الأوكسجيني - لاكتيكي) (البطيء) أو الأسيدي، إلى أن يبلغ بعد ٣٠-٦٠ دقيقة القيمة الثانية والقريبة من تلك القيمة التي كان عليها ما قبل العمل.

فبعد العمل بقدرة تصل إلى ٦٠٪ من الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يحدث تجاوز طفيف للدين الأوكسجيني من العوز الأوكسجيني، وبعد أداء تمارين أكثر شدة يكون تجاوز

الدين الأوكسجيني للعوز الأوكسجيني بصورة ملحوظة، فكلما كان ذلك التجاوز أكبر كلما كانت قدرة العمل أكبر.

يرتبط العنصر السريع اللاأوكسجيني لدين الأوكسجين بصورة رئيسية مع استخدام الأوكسجين لاستعادة سريعة للفوسفوجينات ذات الطاقة العالية والمصروفة خلال فترة العمل في العضلات العاملة وكذلك مع استعادة لتركيز الأوكسجين الطبيعي في الدم الوريدي ومع تشبع الهيموجلوبين بالأوكسجين ويرتبط عنصر الدين الأوكسجيني البطيء (لاكتيكي) بعدة عوامل كثيرة، فهو يرتبط بدرجة كبيرة بإزالة أسيد الدم والسوائل النسيجية بعد العمل، وفي هذه الحالة يستخدم الأوكسجين في التفاعلات المؤكسدة إعادة تخليق الجليكوجين من أسيد الدم بصورة رئيسية، في الكبد وأكسدة الأسيد في العضلات الهيكلية والقلبية ويرتبط الارتفاع الطويل في استهلاك الأوكسجين بضرورة المحافظة على النشاط المضاعف للنظام التنفسي ونظام القلب الوعائي في فترة الاستعادة والتمثيل الغذائي المضاعف والعمليات الأخرى المشروطة بالفعالية المرتفعة لمدة طويلة للنظام العصبي والنظام الهرموني وبدرجة حرارة الجسم المرتفعة وكذلك المنخفضة ببطء خلال فترة الاستعادة.

استعادة مخزون الأوكسجين

يوجد الأوكسجين في العضلات على شكل مركبات كيميائية ترتبط بالهيموجلوبين ولايشكل هذا الخزين كمية كبيرة جدًا، إذ يحتوي كل (كجم) في المادة العضلية على (١١) مل من الأوكسجين، وبالتالي فإن المخزون العام للأوكسجين «العضلي» على أساس وجود ٤٠ كجم في الكتلة العضلية عند الرياضيين لا يتعدي (٠,٠٥) لتر وأثناء العمل العضلي يستطيع هذا الخزين أن يستهلك بسرعة وأن تستعاد كميته بعد العمل بسرعة، وتعتمد سرعة استعادة مخزون الأوكسجين على قابلية توصيله إلى العضلات، وبعد انتهاء العمل مباشرة يمتلك الدم الشرياني المار عبر العضلات ضغطًا جزئيًا كبيرًا للأوكسجين، لذا يحدث استعادة أوكسجين الهيموجلوبين على ما يبدو خلال عدة ثوان وعند ذلك يشكل الأوكسجين المصروف جزءًا أخر، الفئة السريعة للدين الأوكسجيني الذي يدخل فيها حجم أوكسجين غير كبير (لا يتجاوز ٠,٢ لتر) الذي يتوجه لإكمال تركيزه الاعتيادي في الدم الوريدي، وبهذه الطريقة يستعاد «الخزين» الأوكسجين في العضلات وفي الدم بعد مرور عدة ثوان عقب توقف العمل، إن الضغط الجزيئي للأوكسجين في هواء الحويصلات وفي الدم الشرياني لا يصل إلى مستوى ما قبل العمل فقط بل ويتعداه أيضًا، وكذلك يستعاد تركيز الأوكسجين في الدم الوريدي الذي يجري في العضلات العاملة والأعضاء الفعالة الأخرى وأنسجة الجسم بسرعة، مما يشير إلى تأمينها الكافي بالأوكسجين في فترة ما بعد العمل، لذلك ليس هناك أية أسس فسلجية لاستخدام التنفس بالأوكسجين النقي أو خليط مصحوب بتركيز عال للأوكسجين بعد العمل من أجل تعجيل عمليات الاستعادة.

استعادة الفوسفات CP- ATP

إن الفوسفات جينات وخاصة ATP تستعاد بسرعة جدًا، فخلال (٣٠ ثانية) بعد التوقف عن العمل تستعاد كميتها إلى ٧٠٪ من الفوسفاجينات المستهلكة، أما أكتمالها فيتم خلال عدة دقائق، بحيث يتم ذلك وبشكل استثنائي تقريبًا على حساب طاقة الميتابوليت الأوكسجيني أي بمساعدة الأوكسجين المستهلك في الطور السريع للدين الأوكسجيني وإذا ما تم شد الأطراف العاملة بعد العمل مباشرة فعندئذ سيتم بهذا الشكل حرمان العضلات من الأوكسجين القادم من الدم وبالتالي تتم استعادة CP، وكلما كان الفوسفاجينات خلال فترة العمل أكبر، كلما تطلب ذلك كمية من الأوكسجين اكبر من أجل عملية الاستعادة، (تحتاج عملية الاستعادة ١ مل من ثلاثي فوسفوجين الايدونوزين ٣,٤٥ لتر من الأوكسجين) وترتبط قيمة الفئة السريعة (غير اللاكتيكي) للدين الأوكسجيني بشكل مستقيم مع درجة انخفاض الفوسفوجينات في العضلات عند نهاية العمل، وتصل القيمة الكبرى لهذا المؤشر فقد سجلت عند ممارسي أنواع رياضة القوة – السريعة حيث (بلغت ٧ لتر عند الرياضيين من ذوي المهارات العالية)، إن تركيز الفوسفوجينات وسرعة استهلاكها في العضلات في هذه الأنواع من الرياضة تحدد قدرة التمرين القصوى والمحافظة عليها مباشرة.

استعادة الجليكوجين

يعتقد أن الجليكوجين المصروف خلال فترة العمل يعاد تخليقه من حامض اللبنيك خلال (١-٢) ساعة بعد العمل، إن الأوكسجين المصروف خلال فترة الاستعادة هذه يحدد الفئة الثانية والبطيئة أو (اللاكتيكية) للدين الأوكسجيني ولكن تم إثبات أن استعادة الجليكوجين في العضلات يمكن أن يستمر إلى (٢-٣) أيام.

إن سرعة استعادة الجليكوجين وكمية مخزونه المستعاد في العضلات والكبد تعتمد على عاملين أساسيين: درجة صرف الجليكوجين أثناء سير العمل وطبيعة الوجبة الغذائية خلال فترة الاستعادة، فبعد نضوب الجليكوجين في العضلات العاملة تجري استعادته في الساعات الأولى عند التغذية الاعتيادية ببطء جدًا، ومن أجل بلوغ المستوى الذي كان عليه ما قبل العمل يتطلب ذلك يومين كاملين، ففي الوجبة الغذائية التي تضم كميات كبيرة من الكربوهيدرات (أكثر من ٧٠٪ من الطاقة الحرارية اليومية) تتسارع هذه العملية، إذ خلال (١٠) ساعات يستعاد في العضلات العاملة أكثر من نصف الجليكوجين، كما تحدث عملية استعادة بشكل كامل في نهاية الأيام، أما في الكبد فإن تركيز الجليكوجين يزيد عن التركيز الاعتيادي بكثير وفيما تستمر كمية الجليكوجين في العضلات العاملة وفي الكبد بالازدياد حتى بعد مضي (٢-٣ أيام) على تنفيذ العمل بـ (١,٥-٣ مرات) – ظاهرة التعويض المتضاعف –، عند أداء الوحدات التدريبية الشديدة والطويلة ينخفض تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة والكبد بشكل طبيعي من



يوم لآخر، وزيادة الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية للرياضي تستطع ان تؤمن استعادة كاملة للمصادر الكربوهيدراتية للجسم من أجل تنفيذ الوحدة التدريبية القادمة.

استبعاد حامض اللبنيك

يحدث خلال فترة الاستعادة استبعاد حامض اللبنيك من العضلات العاملة ومن الدم ومن السائل النسيجي بحيث انه كلما كانت عملية الاستبعاد أسرع كلما كانت كمية حامض اللبنيك المتكون خلال وقت العمل أقل، فمثلاً بعد تنفيذ حمل كبير فإن الاستبعاد الكامل لحامض اللبنيك المتجمع يتطلب وقتًا مقداره (٦٠-٩٠) دقيقة في ظروف الهدوء التام أي الجلوس أو الاستلقاء، ولكن إذا نفذ بعد هذا الحمل لا يظهر التأثير المستمر للاستراحة الفعالة فقط عند التحول إلى عمل مجاميع عضلية أخرى، بل الركض وعند أداء العمل نفسه، ولكن بشدة أقل، مثلا التحول من الركض بسرعة كبيرة إلى الركض بسرعة خفيفة هو الآخر يبدو فعالاً بالنسبة للاستعادة السريعة، إن حامض اللبنيك يستبعد من الدم بصورة أسرع عند الاستراحة الفعالة أي في شروط عمل القدرة المنخفضة مما عليه في حالة الاستراحة الخاملة، فمن وجهة النظر الفسلجية: إن التأثير الايجابي للعمل النهائي بالقدرة غير العالية يظهر في نهاية التدريب أو بعد السباق باعتباره ظاهرة الاستراحة الفعالة.

التنفس والتحمل

من أجل التغلب على الآثار الناجمة عن التعب أثناء التدريبات للتحمل تعطى أهمية كبيرة للقابلة الأوكسجينية للفرد والتي تؤمن أفضل تلبية لاحتياج الأوكسجين أثناء العمل والتي تعتمد على عدة عوامل، وهي مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والقدرة على المحافظة على هذا المستوى خلال أداء التدريب إضافة إلى فاعلية الأجهزة الوظيفية وخاصة الجهاز الدوري التنفسي والذي يقوم بدوره بإيصال الأوكسجين إلى خلايا وأنسجة الجسم المختلفة.

وقام (يو. أي. دانكو) في موضوع تنظيم التنفس عند أداء التمارين المختلفة بتقديم افتراض لنوعي التكيف لتنفس الفرد أثناء التدريب:

١) النوع الأول: هو ميكانيكية التنفس والتي تعني ارتباط إيقاع التنفس مع توقيت الحركات الرياضية كما في ركض المسافات الطويلة، التجديف، السباحة، إضافة إلى ألعاب الجمناستيك والمصارعة الفردية والملاكمة (أي في الحركات الثنائية والثلاثية).

٢) أما النوع الثاني: من التنفس فهو الذي يتجانس فيه توقيت آلية الوسط الداخلي للجسم في الحركات ذات الشدة العالية والاستمرارية الكبيرة.

أثناء تدريب التحمل توضح العلاقة بين إيقاع التنفس وإيقاع الحركة بشكل دقيق بحيث تكون ميكانيكية التنفس مرتبطة بشكل مباشر بالحركة مشكلة معها وحدة واحدة، فإذا تغير إيقاع التنفس في العمل بسرعة طبقًا للظروف المتغيرة أثناء التدريبات أو السباقات فإن هذا يؤدي إلى اختلاف في إيقاع الحركة وعليه يجب مراقبة الصلة المتبادلة بينهما وإعادة تنظيمها بشكل يخدم اقتصادية الحركة، فعندما يزداد التعب يمكن أن تتغير الصلة المتبادلة بين التنفس وإيقاع الحركة ويتضح ذلك جليًا في التجديف والسباحة من خلال ازدواج دورات التنفس لدورة حركية واحدة، ومما لا شك فيه أن عدم التطابق الكبير بين التنفس والحركة والذي غالبًا ما يسجل لدى رياضيي المستوى المنخفض من جهة يمكن أن يشوه تكنيك الحركات الرياضية ويعيق من عمليات تزويد الجسم بالأوكسجين من جهة أخرى، وفي التدريبات التي تتميز بالشدة دون القصوى والشدة العالية سيكون التنفس السريع خلال الفم (٥٠-٨٠) شهيقًا وزفيرًا خلال الدقيقة وهو الأكثر كفاءة أثناء العمل العضلي الذي يتطلب المستوى الأقصى أو القريب من الأقصى في استهلاك الأوكسجين، لذا فإن التنفس العميق والبطيء سيكون غير مقيد خلال هذه التدريبات وعليه يكون التحكم بتوقيت التنفس وعمقه مرتبطًا بعلاقة مباشرة مع ما يحتاجه الجسم من الأوكسجين، ولذلك يوصي الباحثون بضرورة التدريب المتخصص في التنفس من خلال استخدام وسائل وطرق مختلفة في التدريب على التنفس المتناسق في بداية مراحل التعليم، وعند تكوين عادات حركية جديدة إضافة إلى تنفيذ تدريبات حبس التنفس بصورة غير إيقاعية وبدون أن يكون هناك تطابق بين التنفس وإيقاع الحركات كما هو (التجديف) و (السباحة) و (ألعاب القوى).

ومن الضروري تعليم إيقاع التنفس المتناسق الصحيح ليس فقط في الحركات الإيقاعية بل وعند الحركات اللاإيقاعية أيضًا ويبدو أن التنفس يصبح إيقاعيًا أيضًا عند الحركات اللاإيقاعية التي يقوم بها لاعبو الجمباز على الأجهزة وحركات الملاكمين والمبارزين والمصارعين وتنقلات لاعبي السلة ولكن مع ذلك فهو ليس غير منظم وإنما يخضع لإيقاع معين وفي هذه الحالة يتطابق إيقاع التنفس مع إيقاع الحركة، فمثلًا عند الملاكمين يتناغم الزفير مع توجيه الضربات القوية والمفاجئة وتحقق سلسلة من الضربات غالبًا عند الزفير مع توجيه الضربات القوية والمفاجئة وتتحقق سلسلة من الضربات غالبًا عند الزفير ويطلق الرامي زفيرًا أثناء الرمي ولاعب كرة السلة أثناء رمي الكرة وبهذا الشكل تشكل هذه الحالات نظامًا تنفسيًا معينًا، ومن أجل مقاومة التعب من الضروري معرفة إمكانية التغلب على التغيرات الوظيفية الكبيرة التي تحدث في الوسط الداخلي للجسم (تجانس الوسط) فعند أداء تمارين التحمل يظهر النقص الأوكسجيني في الأنسجة (هبوط أوكسجين الأنسجة) وزيادة في ثاني أكسيد

الكربون وتتجمع المواد الناتجة عن التمثيل الغذائي المصاحبة للعمل العضلي، كل هذا يؤدي إلى حدوث زيادة ظاهرة التعب.

ومن أجل مضاعفة ثبات عمل الأجهزة الوظيفية تجاه النقص الحاصل في الأوكسجين أثناء التدريب يتم اللجوء إلى أساليب تدريبية معينة وان احد هذه الأساليب هو خلق النقص الأوكسجيني من خلال حبس التنفس مما يؤدي ذلك إلى نمو الثبات الوظيفي إزاء نقص الأوكسجين ويساعد على تحسين النتائج الرياضية، حيث أن حبس التنفس أثناء التمارين الرياضية يسبب تجمعًا كبيرًا للفضلات ونقص أوكسجين الأنسجة وزيادة ثاني أكسيد الكربون في الدم والذي يضاعف ثبات الأنسجة تجاه أي تغيرات مماثلة في تجانس الوسط من جهة ويكمل الاستجابة التعويضية في الجسم وترتفع فعالية جهاز القلب الوعائي من جهة أخرى، ويساعد التدريب في ظروف جبلية على مضاعفة مقاومة الجسم لنقص الأوكسجين، إن الأبحاث التي أجريت في دورة الألعاب الاولمبية التاسعة عشرة في المكسيك أثبتت حدوث تغير (موروفولجي) ووظائفي معقد عند انخفاض الضغط البارومتري والذي يمكن أن يؤمن توسيع الإمكانيات الوظيفية للرياضيين، ويساعد التدريب في ظروف التنفس عبر فضاء إضافي (حجرة خاصة مكيفة وفق أجواء معينة) على اكتمال ردود الفعل التكيفية لنقص الأوكسجين حيث اتضح أن مثل هذا التدريب يزيد السعة الحيوية للرئتين وقدرة الشهيق والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والكفاية الوظيفية.

وقد أثبتت البحوث أن الاقتصاد في الطاقة من ٧-٢٥٪ يمكن تحقيقها من خلال ارتفاع المهارة الرياضية (التكنيك) في رياضة التزلج للمسافات المتوسطة (أ. ب. هاندلسمان) وتشير هذه الأبحاث إلى أن تكنيك الرياضيين يلعب دورًا مهماً في مقاومة التعب، إذا كان تكنيك الحركة غير جيد فإن الرياضي لا يستطيع أن يستغل إمكانياته الأوكسجينية بشكل مثالي ومجد لخدمة الواجب الحركي وعلى العكس فإن تناسق الجهود العضلية العصبية من خلال كفاءة عمل الجهاز الحركي سوف يؤدي إلى صرف الطاقة بشكل اقتصادي، وتعتبر المقدرة والكفاءة على استرخاء العضلات في الوقت المناسب واحدة من شروط اكتمال تكنيك الحركات الرياضية، ومثال على ذلك سئل أحد الرياضيين من المستويات العليا سابقًا وهو صاحب الرقم العالمي بالركض السريع بالتزلج (يا. اندرسون) ما هو سر نجاحك؟ فأجاب: «إن سر نجاحي هو مقدرتي العالية على الاسترخاء».

هناك ارتباط وطيد بين الكفاءة والتعب في استرخاء العضلات، ويعود ذلك إلى أن الاسترخاء العضلي ينظر إليه كتعبير لعملية نتاج تراكيب الجهاز العصبي المركزي والتي تحدث في المراكز العصبية والتي تنشط عمليات الاستعادة التي تؤمن الراحة خلال سير النشاط وعلى العكس فعند عدم الكفاءة في استرخاء العضلات فإن كميات كبيرة من الطاقة

تصرف مما يؤدي ذلك إلى ظهور التعب السريع، وهناك بعض الصعوبات التي تعيق من اكتمال الكفاءة في الاسترخاء العضلي وهي:

١- سرعة أداء الحركة... حيث كلما زادت سرعة الحركة كلما أصبحت الكفاءة على الاسترخاء أقل.

٢- حجم العمل المنفذ... يصبح الاسترخاء تحت ظل التعب المتزايد أقل اكتمالًا.

٣- درجة امتلاك المهارة الحركية (التكنيك) حيث تتسم المراحل الأولية للتعلم الحركي بعدم الكفاءة على الاسترخاء الكامل والذي سيزول فيما بعد التوصل إلى المراحل المتقدمة من التكنيك الرياضي.

ويلاحظ اكتمال الاسترخاء العضلي بصورة أساسية أثناء تكرار المهارة الحركية بشكل مستمر ويجب أن تكون عملية استيعاب الحركات الجديدة منظمة بالشكل الذي تختفي فيه الحركات الزائدة والتوتر العضلي من خلال تطور كفاءة توجيه القوى الفعالة والذي يؤدي إلى اكتمال تكنيك الحركات عند المتدربين وتؤثر الوحدات التدريبية المنتظمة والمبنية على أسس علمية إيجابيًا على كفاءة الاسترخاء العضلي وهذا ما نلاحظه بشكل كبير في الأنواع الرياضية والتي تمتاز بالتناسق العالي لحركات اليدين كما في التنس والطائرة والسلة إضافة إلى الفعاليات التي تتميز بالقوة المميزة بالسرعة حيث يمتلك الرياضي المقدرة العالية على كفاءة الاسترخاء العضلي.

وتساعد التمارين الخاصة على تنمية الكفاءة على الاسترخاء العضلي وترتبط غالبية هذه التمارين بالتغير الاختياري للتوتر العضلي فمثلًا يوصى اختياريًا تقليص واسترخاء العضلات أو أداء الحركات بخفة وانسيابية أو اختيار لحظات التوقف للتخلص من التوتر العضلي، وكوسيلة فعالة لاكتمال الاسترخاء ينصح بأداء تمارين خاصة حيث تستبدل فيها قوي التوتر بعمليات استرخائية حيث أن التتابع السريع بين الشدة والارتخاء يساعد في التثبيت الفعال للاسترخاء العضلي الاختياري.

وفي التطبيقات الرياضية يمكن أن تستخدم أساليب مختلفة منها:

١- تذكر الأحداث المفرحة.

٢- والعد الشفهي.

٣- الشهيق دائمًا.

٤- وإغماض العينين لفترة قصيرة...

وتتحدث بطلة روسيا لعدة مرات في ركض المسافات القصيرة (ل. ساموبتوسوفا) قائلة «قد تصدقون وقد لا تصدقون ولكنني أقول لكم انه ذات مرة استطعت أن أسجل رقمًا

قياسيًا لعموم روسيا بسبب الضحك حيث جئت إلى الملعب فوضعت مساند البداية الخاصة بي في المجال الأول فطردوني وفي المجال الثاني فطردوني وفي الثالث....... وهكذا إلى أن وضعوني في المجال الثامن والأخير! وأخيرًا تمكنت من وضع مساندي هناك وهنا بدأت اضحك وأصبحت في حالة لا استطيع فيها أن امنع نفسي من الضحك بل إن صوتي كان يسمع ويثير الانتباه وعندما أعطي الإيعاز بالانطلاق ركضت (٢٠٠م)، وعند وصولي خط النهاية نظرت إلى لوحة التسجيل ولم أصدق عيني لقد حطمت رقمًا قياسيًا قدره (٢٣,٣ ثانية)، وانتابني القلق بحيث أن منافساتي اللاحقة جاءت غير متوقعة، فالمزاج الجيد والابتسامة والضحك هي عوامل مهمة في مقاومة التوتر والانفعال».

ولمقاومة التوتر يمكن أن نستخدم أيضًا الاسترخاء والانسيابية، والتي تسمح للرياضيين للحظات بالابتعاد عن التوتر أثناء السباق وامتلاك لحظات قصيرة لالتقاط الأنفاس المطلوبة، حيث تتابع بطلة العالم في سباق (٤ × ٤٠٠) (ل. تيتوفا) قائلة: «كان على أن استرخي بعد الخروج من المنحني الأول لكي احتفظ بقواي لخط النهاية وبدلًا من ذلك واصلت الضغط على نفسي وهكذا دفعت الثمن غاليًا».

في عملية الاكتمال الرياضي لابد من تنمية المقدرة على كيفية أداء التمارين فعند الركض مثلًا يستمر فترة الطيران (الذي يحدث خلاله طرح التوتر) والذي يؤدي إلى هبوط النشاط الكهربائي لعضلات الرجل، حيث تحدث فيها فترة استرخاء تستمر لفترة قصيرة مقدارها ١٤٠- ١٥٠ من الثانية فلذلك يجب أن يتعلم الرياضي الاسترخاء الرياضي عند أداء النشاط العضلي ذي الشدة العالية في عملية تشكيل المهارات الحركية ويتخذ الاسترخاء أهمية خاصة في ظروف المنطقة المتقاطعة في رياضة الدراجات بسبب اعوجاج الطريق والذي يمكن الرياضيين استغلال هذا الانطلاق لتقليل التوتر العضلي عن طريق الاسترخاء من خلال الدوران، والعامل الآخر المهم الذي يؤمن فعالية اكبر لتحقيق الإمكانيات الوظيفية العالية وتنفيذ تكنيك الحركات، هو التوزيع المعقول للقوي خلال الألعاب الرياضية، ولقد ثبت في الوقت الحاضر التأثير الكبير لنظام العمل المنتظم مقارنة بنظام العمل المتغير، فالعمل المتغير نسبته لا تتجاوز ٥٪ يكون اقل تأثيرًا مقارنة بنظام العمل المنتظم، ومعرفة الرياضي لكيفية تغيير سرعته وتوقيت حركاته وكمية الطاقة المستخدمة تساعد الرياضي أثناء سير عملية الاكتمال الرياضي في السيطرة الفعالة على جهازه الحركي مما يؤدي إلى توسيع سلسلة نشاطاته التكنيكية والتكتيكية.

ديناميكية العمليات البيوكيميائية

في فترة استعادة الشفاء التي تعقب عملًا رياضيًا

في فترة استعادة الشفاء التي تعقب تنفيذ عمل عضلي تزال التغيرات التي تحدث في العضلات وغيرها من أعضاء الجسم أثناء تأدية العمل تدريجيًا ولعل أكثر وضوحًا في التغيرات هي تلك التي يعثر عليها في مجال تبادل الطاقة. وهي تكمن – كما وردت الإشارة لذلك – في انه خلال تنفيذ الأعمال العضلية ينخفض تركيز مواد تحويل الطاقة (ADP، النشا الحيواني). وعند تنفيذ العمل بفترات طويلة ينخفض تركيز الليبيد، وتتضاعف كمية نواتج التمثيل الغذائي داخل الخلايا (ADP، حامض اللبنيك) إن تراكم نواتج التمثيل الغذائي (العامل) وتقوية النشاط الهرموني تحفز العمليات المؤكسدة في الأنسجة أثناء فترة استعادة الشفاء التي تعقب العمل، مما يساعد في استعادة مواد احتياطي الطاقة داخل العضلات ويؤدي لحدوث التوازن المائي الكهربائي في الجسم ويؤمن حدوث تكوين الزلازل في الأعضاء التي تخضع لتأثير الحمولة، واعتمادًا على الاتجاه العام للإزاحات البيوكيميائية في الجسم والزمن اللازم لاستعادتها إلى الدفع الطبيعي، يمكن فرز نوعين من الاستعادة: سريعة، ومتأخرة.

تنتشر الاستعادة السريعة فإنها في ٠,٥– ١,٥ من الاستراحة التي تعقب العمل، وهي تؤدي إلى إزالة نواتج الانحلال اللاغازي المتراكم خلال فترة العمل والتعويض عن الدين الأوكسجيني المتكون.

أما الاستعادة المتأخرة فإنها تنتشر خلال ساعات عديدة من الاستراحة التي تعقب العمل وهي تكمن في تقوية عمليات التبادل المرن، ويستكمل خلال هذه الاستعادة احتياطي الجسم من الطاقة إلى الحالة الطبيعية، ويقوي تكوين الزلاليات التي تحطمت خلال العمل وكما يبدو من (الجدول رقم (١) فإن عمليات الاستعادة الناجمة في مرحلة الاستراحة التي تعقب عملًا عضليًا تجري بسرعة مختلفة وتنفذ في فترات مختلفة (ظاهرة الأزمان المختلفة)، ولعل احتياطي الأوكسجين ٢٠ هو أول ما يتم استعادته في العضلات ويعقبه فيما بعد النشا الحيواني في الكبد واحتياطي النشا الحيواني ويتم في المرحلة الأخيرة استعادة احتياطي الدهون التي تحطمت أثناء عمل التركيب الزلالي.

تعتمد شدة جريان عمليات الاستعادة و زمن اكتمال احتياطي الجسم من الطاقة على شدة استهلاكهما خلال فترة تنفيذ التمارين ويؤدي تكثيف عمليات الاستعادة التي تعقب أداء العمل بتجاوز احتياطي مواد الطاقة المستوى الذي سبق بداية العمل. وقد أطلق على هذه الظاهرة بـ (فرط التعويض) أو (فوق الاستعادة) كما في (الجدول رقم ١).

الجدول رقم (١)
الزمن اللازم لإتمام استعادة العمليات البيوكيميائية المختلفة
خلال فترة الاستراحة التي تعقب عملًا عضليًا مرهقًا

العملية	زمن الاستعادة
استعادة احتياطي الأوكسجين (02) في الجسم	من ١٠ إلى ١٥ ثانية
استعادة الاحتياطي اللاأسيدي اللاغازي في العضلات	من ٢ إلى ٥ دقائق
تعويض الدين الأوكسجيني	من ٣ إلى ٣٠ دقيقة
إزالة حامض اللبنيك	من ٣٠ دقيقة إلى ٩٠ دقيقة
تعويض الدين الأوكسجيني الأسيدي	من ٣٠ دقيقة إلى ٩٠ دقيقة
إعادة تكوين احتياطي النشا الحيواني داخل العضلات	من ١٢ ساعة إلى ٤٨ ساعة
استعادة احتياطي النشا الحيواني في الكبد	من ١٢ ساعة إلى ٤٨ ساعة
تعزيز تكوين الزلال التركيبي والإنزيمي	من ١٢ ساعة إلى ٧٢ ساعة

وهذه الظاهرة عرضية، إذ بعد طور التجاوز الكبير للمستوى الأولي، تتم عملية استعادة تركيز مواد الطاقة إلى الوضع الطبيعي، وكلما كانت صرفيات الطاقة أكبر أثناء العمل كلما جرت عملية تكوين مواد الطاقة بصورة أسرع وهذا يعني تجاوزًا كبيرًا لقيمة المستوى الأولي في طور فرط التعويض، ولكن هنا لابد من الإشارة إلى أن استخدام هذه القاعدة يمكن أن يتم في حدود معينة فقط، وعند أداء عمل مرهق جدًا، والذي يرتبط بصرف كمية كبيرة من الطاقة وتراكم كميات من نواتج الانحلال، فإن سرعة عمليات الاستعادة يمكن أن تنخفض من حيث يمكن بلوغ طور فرط التعويض في فترة متأخرة جدًا كما إن وضوحها يكون بدرجة أقل.

يعتمد طول فترة (طور فرط التعويض) على الاستمرارية الإجمالية لتنفيذ العمل وعمق الإزاحات البيوكيميائية التي تحدث في الجسم، وبعد أداء عمل ذي شدة مرتفعة فإن هذا الطور يحل سريعًا ويتم بصورة سريعة أيضاً، فعلى سبيل المثال عند استعادة احتياطي النشا الحيواني داخل الخلايا يلاحظ أن هذه الطور سيكون موجودًا بعد مضي ٣-٤ ساعات من

الاستراحة ويستكمل بعد مضي ١٢ ساعة بعد انتهاء العمل، وبعد تنفيذ عمل طويل بقدرة معتدلة فإن فرط تعويض النشا الحيواني سيحل بعد مضي ١٢ ساعة ويلاحظ خلال فترة ٤٨- ٧٢ ساعة بعد انتهاء العمل، أن سبب فرط التعويض يرتبط بمضاعفة تركيز الهرمونات في فترة الاستعادة التي تعقب تنفيذ العمل وتكوين الزلال والإنزيمات التي تراقب عملية استعادة مواد الطاقة.

إعادة تكوين مواد الطاقة التي تحطمت أثناء العمل ينبغي أن تكون فيها الطاقة ليست فقط ممكنة الاستخدام بشكل ATP وإنما بشكل مواد أخرى تعتبر مواد أولية في عمليات الاستعادة. ومن أجل إعادة تكوين النشا الحيواني في العضلات، لابد من الحفاظ على مواد احتياطية داخلية منها حامض اللبنيك والسكر الذي يتكون من مواد ذات طبيعة لا عضوية. ولكن من أجل إظهار فرط تعويض النشا الحيواني، فإن هذه المصادر غير كافية لذلك لابد من ورود كميات إضافية من الأغذية الكربوهيدراتية كما في (الشكل رقم ١). تتعزز في مرحلة الاستعادة بصورة شديدة تكوين الزلال وخاصة بعد تنفيذ عمل ثقيل، ويصاحب ذلك تحلل عميق. ولكن تنشيط تكوين الزلال يتنامى بصورة طبيعية جدًّا ويستمر فترة غير طويلة، فمثلاً إذا كان احتياطي النشا الحيواني يستعاد بعد انتهاء العمل بفترة ٦-٨ ساعات، فإن عمليات التبادل تستعاد إلى الوضع الطبيعي بعد تنفيذ العمل نفسه خلال ٤٢-٤٨ ساعة، إذا صاحب العمل إفراز عرق كثيف فعندئذ سيستكمل احتياطي الماء والمياه المعدنية في مرحلة الاستعادة، وتشكل المواد الغذائية المصدر الرئيسي للمواد المعدنية.



الاتجاهات الرئيسية لاستخدام الوسائل الخاصة

بتوجيه عمليات كل من المقدرة على العمل واستعادة الشفاء

يتلخص الاتجاه الأول: في سرعة إزالة مظاهر التعب بعد الأحمال التي تلقاها الرياضي، لذلك فإنه يمكن الارتفاع بالحجم العام للعمل التدريبي خلال الجرعات وشدة أداء التمرينات البدنية المنفصلة واختصار زمن الراحة بين التدريبات وكذلك زيادة كمية الجرعات ذات الأحمال القصوى داخل الدورات التدريبية الصغيرة، إن الاتجاه الخاص باستخدام وسائل استعادة الشفاء مع ربطها عضويًا بمقادير وطبيعة الأحمال خلال الجرعات يسمح بزيادة حجم العمل التدريبي في الدورات الصغيرة المؤثرة بمقدار يعادل ١٠-١٥٪ من هذا مع تحسن نوعية العمل التدريبي في نفس الوقت.

استخدام الوسائل الخاصة بالإسراع من عملية استعادة الشفاء بانتظام في الخطة الموضحة يسبب ليس فقط زيادة مقدار حجم العمل التدريبي. ولكنه في نفس الوقت يرفع من النظم الوظيفية لإنتاج الطاقة، وكذلك الارتفاع بكل من الصفات البدنية الخاصة والنتائج الرياضية. عند الإسراع في مراحل استعادة الشفاء بعد الأحمال التدريبية للتمرينات والجرعات المنفصلة فإنه من الواجب مراعاة الحساب الخاص بتأثيراتها وخصائص التكيفات التابعة لتلك الجرعات، حيث ليس من الضروري أن تقصر فترة استعادة الشفاء بعد الجرعات فقط إلى الارتقاء بإمكانيات إنتاج الطاقة للناحية الحيوية للرياضي، حيث أن التعب الشديد بصفة خاصة واستمرار استعادة الشفاء في اغلب الأحيان يستوجب مراعاة مقدار وطبيعة تكيف التغيرات التي تحدث في الأعضاء والنظم المطابقة لها.

ويكون استخدام وسائل الإسراع من عمليات استعادة الشفاء ذا فاعلية كبيرة بعد مجموعة تمرينات وأحمال الجرعات الموجهة إلى تطوير الإمكانيات الوظيفية (الحيوية) تتحسن عند أداء عمل تدريبي ولا تحتاج إلى فترات طويلة لحدوث عمليات التكيف، ومن أمثلة ذلك يمكن أن تكون تلك الجرعات الموجهة نحو تطوير النواحي الفنية الخاصة بالحركات ذات التوافق المعقد أو حفظ النواحي التكتيكية (الخطط) أو الارتقاء بإمكانيات السرعة عند ذلك فإن عملية التدريب لا تسبب تعبًا شديدًا من جراء أداء البرنامج ولكن حجم العمل يؤدي في الظروف المثالية لتحقيق الواجبات التدريبية المرادة.

الاتجاه الثاني: ويشتمل على كيفية الاختيار السليم للمركب الخاص بالإسراع في عملية استعادة الشفاء، حيث لن يعتمد هذا الاختيار على التأثير الخاص بالجرعة السابقة أو جزء من هذا التأثير وإنما سوف يوجه في اتجاه العمل المقبل.

فعلى سبيل المثال إذا كانت الجرعة الأولى اليومية موجهة نحو تطوير إمكانيات السرعة والجرعة الثانية موجهة نحو تطوير التحمل اللاهوائي فإنه بعد أداء الجرعة الأولى من الضروري أن تؤدي مجموعة وسائل استعادة الشفاء التي تعمل على سرعة استعادة الشفاء الخاصة بالتحميل المذكور (اللاهوائي) هذا سوف يسمح بارتفاع نوعية زيادة وحجم العمل في الجرعة التدريبية المقبلة، مما يؤثر بالطبع على ارتفاع أحجام العمل العام.

الاتجاه الثالث: ويقترح خلاله عمل تنبيه تمهيدي للمقدرة على العمل قبل بدء الرياضيين في أداء الأحمال التدريبية عند هذا يستثار نشاط النظم الوظيفية التي يقع عليها العبء الرئيسي في العمل حيث يرتفع مقدار حجم العمل وشدة العمل. هذا الاستخدام لوسائل استعادة الشفاء يجب أن يراعي تخطيط برامج الجرعات التدريبية الموجهة نحو تطوير القوة المميزة بالسرعة والتحمل الخاص بصفة خاصة قبل الاشتراك في المسابقات في التنبيه التمهيدي للمقدرة على العمل للرياضيين فإنه خلال عملية التدريب من المهم جدًا أن يرتفع حجم وشدة العمل اللذين يؤديان إلى زيادة استنفاذ الفائض الوظيفي الحيوي للرياضي. وهذا بدوره ـ كقاعدة ـ يعتبر عاملًا مهمًا لاستثارة فاعلية حدوث عمليات التكيف.

عمليات استعادة الشفاء بعد وحدات التدريب والمباريات

إن الحمل التدريبي الحديث وحمل المباريات يتطلب من الرياضي حساب كمية الطاقة المصروفة، فمثلًا إن الطاقة المصروفة عند متزلجي الجليد في الوقت الحاضر وخلال سنة واحدة تتجاوز الكمية التي كانت تصرف خلال أربع أو خمس سنوات في الفترة ١٩٨٨ - ١٩٨٩، ويصل حجم الحمل التدريبي عند الكثير من الرياضيين وخاصة السباحين إلى حوالي (٣,٥٠٠) كيلو متر في السنة، وإذا اعتبرنا التدريب الرياضي اليومي يتم بمعدل مرتين إلى ثلاث مرات فان الحجم اليومي للسباحة سيصل إلى ١٥-٢٥ كم، وهذا يعني أن الحمل البدني قد تضاعف بصورة ملحوظة، أما حجم الحمل في رياضة ركوب الدراجات (الطرق الخارجية) فيساوي (٣٠-٣٥ كم) وفي رياضة التجديف يصل إلى (٧ آلاف - ٨ آلاف كم). ويؤدي اختلاف كثافة الحمل البدني وحمل المنافسات إلى اختلاف فترة استعادة الشفاء.

وقد امتدت تأثيرات الحمل البدني الكبير في بعض الأحيان إلى بضع ساعات بل إلى بضعة أيام. لذلك فان دراسة الأطوار المتأخرة من استعادة الشفاء تتخذ أهمية كبيرة لدراسة التغيرات الوظيفية بعد تنفيذ الحمل البدني بالإضافة إلى دراسة الأطوار المتقدمة لاستعادة الشفاء. وفي الوقت الحاضر ينظر إلى الاكتمال الرياضي كنتيجة لتوجيه الجهود

الوظيفية والمورفولوجية الكامنة في الجسم نحو تطوير المستوى الرياضي العالي، وتفترض القوانين العلمية العامة للتوجيه بتحويل المنظومة المحددة من حالة إلى أخرى لاحقة، وينظر إلى الجسم باعتباره مجموعة من الأنظمة الوظيفية التي تؤمن الوحدة الداخلية وعلاقتها المتبادلة، إضافة إلى التأثير المتبادل المعد للوسط الخارجي، وفي عملية الاكتمال الرياضي، فإن واحدة من واجبات التوجيه هي بلوغ العلاقة المثلى للمنظومة الحركية والوظيفية كنتيجة لأداء تكنيك الحركات الرياضية ومضاعفة كفاءة الأداء.

ويحدث عند الاكتمال الرياضي كاستجابة لتأثير الوسط الداخلي والخارجي إعادة بناء التراكيب المورفولوجية والإمكانيات الوظيفية، وتظهر علامات أثرية للتغيرات الوظيفية والمورفولوجية وقيم الكيمياء الحيوية، وعند الإعادات المتكررة لحمل بدني معين تظهر بشكل ملحوظ تأثيرات تدريبية معينة ينتج عنها مضاعفة كفاءة الأداء المتخصصة، وعند تحليل العلاقة المتبادلة بين الحمل البدني وتأثيراته الوظيفية لابد من تقديم بعض المؤثرات الفسلجية، فالاستجابة السريعة للأجهزة الوظيفية لهذا الحمل أو ذاك لا تعني بالضرورة تغيرات فورية وظيفية أو مورفولوجية فكثيرًا ما يحدث بسبب قصور الميكانيكية الفسلجية للجسم تجميع الآثار التدريبية المرغوبة، ويحدث بعدها ما يمكن تسميته بقفزة في المستوى الرياضي والتي أطلق عليها (ماتفيف) اسم ظاهرة التبليغ المتأخر.

تعتبر الخاصية المميزة للجسم ذلك التعود السريع . نسبيًا . للمؤثرات المشابهة المتكررة والتي تؤدي إلى تغيرات ملائمة مورفولوجية ووظيفية، ويعتبر الحمل البدني تلك الحقيقة التي تشترك بدرجة ملحوظة زيادة كفاءة التوجيه لرفع المهارة الرياضية.

إن تغيير الحجم الكلي واستمراريته وشدة بعض التمارين وطبيعتها وعدد تكرارها وطول فترة الاستراحة وفاعليتها تؤدي إلى تكيف أكبر بسبب تراكم تأثير حمل التدريب، بحيث أن الجزء الأساسي حسب تصور الباحث (ن. غ. أوزلين) لا يكمن في حجم العمل وإنما في صحة بناء الأنظمة التدريبية، ويرى (ياكوفلف) بأن هناك ثلاث حالات يمر بها الرياضي خلال اليوم التدريبي هي: حالة الهدوء وحالة النشاط، والاستراحة، فمن المعلوم أنه أثناء فترة الاستراحة تتم استعادة مصادر الطاقة المصروفة والتي تؤمن زيادة في كفاءة الأداء، لذا فان الاستراحة بعد تنفيذ التمارين ينظر إليها كأحد الأجزاء المهمة والفعالة للعملية التدريبية الشاملة أثناء سير الوحدات التدريبية المختلفة.

للحصول على المعلومات المتعلقة بالأطوار المتأخرة لعملية استعادة الشفاء نستخدم في أغلب الحالات الطريقة الحرارية غير المباشرة المطورة من قبل (دوجلس - هولدني) حيث يجري جمع عينات الزفير عادة في الصباح المبكر أي عقب الصحو من النوم مباشرة، ومن الضروري عند تعيين التبادل الأساسي إتباع القواعد الآتية:

١- ينبغي أن تنفذ الدراسات قبل الإفطار، وفي وقت لا يقل عن ١٢-١٤ ساعة من تناول أخر وجبة طعام.

٢- ينبغي أن تكون درجة الحرارة ثابتة.

٣- ينبغي أن تكون درجة حرارة الجسم الخاضع للاختبار طبيعية.

٤- من الضروري تنفيذ الدراسة أثناء الهدوء العضلي التام وفي وضع الاستلقاء وفي حالة الاسترخاء.

٥- ينبغي أن لا يكون الفرد الخاضع للاختبار في حالة توتر نفسي - عصبي.

يتحدد التبادل الأساسي عند النشاط الرياضي في أثار الوحدات التدريبية وأثار المنافسات الشديدة، أي عندما يكون هناك مستوى عالٍ من استهلاك الطاقة، وتشير إحدى الدراسات (التي نفذت على أربعة رياضيين من عدائي المسافات الطويلة في حالة الهدوء بعد المباريات وبعد التدريب)، إلى انه لوحظ - بعد الركض لمسافة ٣ كم على مدى أربعة أيام مضاعفة - التبادل الأساسي بنسبة تتراوح بين ٢٠-٢٥٪، وقد جرت متابعة علاقة صرف الطاقة في حالة الهدوء بتوتر الوحدات التدريبية، لقد كانت صرفية الطاقة في حالة الهدوء وبعد مضي ١٠-١٢ ساعة من أحمال التدريبية متوسطة لراكبي الدراجات ومتزلجي الجليد وعدائي المسافات المتوسطة والطويلة ولاعبي المبارزة تتراوح في مستوى القيم الأولية.

وبعد وحدات تدريبية ذات شدة عالية يتجاوز التبادل في حالة الهدوء القيمة الأولية بنسبة يتراوح مقدارها بين ١٠-٥٨٪ ومن ثم وبعد مضي فترة ٣٦-٤٢ ساعة يعود لينخفض إلى أقل من القيمة القياسية الأولية.

وقد كانت صرفية الطاقة عند الرياضيين المتدربين في اليوم التالي الذي يعقب الحمل اقل مما هي عليه عند الأفراد من غير المتدربين (فولكوف).

إن دراسة صرفية الطاقة في حالة الهدوء عند الرياضيين من المستوى العالي في المشي والركض للمسافات الطويلة أو السباحة ورفع الأثقال والتجديف (ماتفيف، ميخائيلوف)، أظهرت انه عادة ما يلاحظ بعد وحدات تدريبية شديدة ومنافسات عند هؤلاء الرياضيين زيادة صرفيات الطاقة في حالة الهدوء بنسبة تتراوح بين ١٢-٤٠٪ مقارنة بالقيم القياسية، وفي حالة تنفيذ حمل تدريبي مكرر في مرحلة الاستعادة غير الكاملة فإن ذلك سيؤدي إلى زيادة صرفيات الطاقة بشكل متواصل، ولوضع أساس لعمليات استعادة الشفاء ودرجة الاستعداد لتنفيذ الحمل البدني فقد حظيت باهتمام واسع الدراسات

التي بحث فيها تأثير تداخل أنظمة مختلفة للحمل التدريبي والاستراحة، فبموجب بيانات (ن . غ . أغولينوف) فإن استعادة كفاءة الأداء البدني عند متزلجي الثلج من العدائين تحدث بعد ٣-٤ أيام من تنفيذ حمل بدني كبير، وعندما تقل فترة الاستراحة عن ٢٤-٤٨ ساعة ينخفض حجم العمل.

إن استخدام حمل بدني متوسط في الجمباز الموجه لاكتمال المهارات ساعد على استعادة كفاءة الأداء خلال ٢٢-٢٤ ساعة، وعند استخدام حمل بدني كبير هبطت الإمكانيات الوظيفية للجهاز العصبي العضلي وجهاز القلب الوعائي واستعيدت كفاءة الأداء في اليوم الثالث، إذ كانت العملية التدريبية قد نفذت بحمل تدريبي بسيط بعد تنفيذ الحمل البدني الكبير.

وفي دراسة لـ«ماتفيف» وآخرين ظهرت نتائج عالية بعد استراحة لمدة ثلاثة أيام كان قد خطط لها بعد إعادة تنفيذ تمارين بقدرة أقل من القدرة القصوى مقارنة باستراحات كانت فتراتها (يومين وثلاثة أيام وسبعة أيام).

وقد مكن تحليل المقارنة لآثار تغيير كفاءة الأداء من إظهار المزايا الآتية:

يمكن ملاحظة النتائج الرياضية العالية في المراحل المتأخرة من الاستعادة (في نهاية الاستعادة غير الكاملة للانظمة الوظيفية).

وعلى العكس من ذلك فإن الاستعادة الكاملة للاستجابة التكيفية غالبًا ما تكون مصحوبة بكفاءة أداء منخفضة ولكن ينبغي الإشارة إلى مشاركة بعض الرياضيين بمستويات متواضعة في عدد من الدراسات المتعلقة بالأطوار المتأخرة للاستعادة.

هذا وكان قد استخدم حمل تدريبي وحمل منافسات يقل بصورة ملحوظة عن الحمل الحديث ونتيجة لذلك وضعت مقترحات تتعلق بحمل التدريب والاستراحة من شأنها أن تبسط كثيرًا بل وحتى يمكن أن تحرف التدريب الرياضي.

طور الاستعادة لكفاءة الأداء العضلي

تعتبر الميزة المهمة لفترة الاستعادة هي الطبيعة الطورية لاستعادة كفاءة الأداء العضلي وكانت الدراسات الأولى للطبيعة الطورية (طول فترة الاستراحة) لاستعادة كفاءة الأداء والتي قام بها (ل. ل. فاسيلوف. و أ. ل. كينازيوفا)، وقد أوضحت بأن مقدار قوة العضلات عند تكرار التدريب تعتمد على طول فترة الاستراحة ويعلل الباحثان هذه النتائج بظهور أطوار مختلفة في تغير كفاءة الأداء في مرحلة الاستعادة، وفي بحث أوسع قام به (م . ن لينيك) درست فيه إثارة العضلات بعد التدريب الثابت القصوى، إن تكرار التدريب في مرحلة

مضاعفة الإثارة (اشتراك أكبر عدد من الوحدات الحركية) يؤدي إلى زيادة القوة العضلية وبالعكس فان تكرار التدريب في مرحلة انخفاض الإثارة يتسم بنتائج أقل في القوة العضلية ومن أجل وصف التغيرات الوظيفية لكفاءة الأداء تستخدم بصورة واسعة طريقة تكرار العمل حتى استنفاذ الجهد.

إن التغيرات المؤثرة في نتائج الأبحاث تبين أن إعادة التمرين خلال فترة كفاءة الأداء المنخفض أي بعد فاصلة استراحة غير كافية تتطلب من الرياضي وضع جهود كبيرة، أي يستدعي للمساهمة في العمل عددًا كبيرًا من الوحدات الوظيفية الحركية، أما في حالة الاستراحة الكاملة حيث تظهر الصورة متناقضة، يكون التنسيق أكثر داخل العضلات والذي يلاحظ عند الرياضي من خلال ارتفاع مستوى كفاءة الأداء.

اختلاف الزمن في عمليات الاستعادة

من الخصائص المهمة لعمليات الاستعادة هي العودة في أوقات مختلفة (اختلاف أزمنة الاستعادة) بعد العمل المنجز للقيم الأولية وللمؤشرات المختلفة مثل استعادة استهلاك الأوكسجين والتنفس الرئوي وقيمة النبض والضغط الشرياني ودرجة حرارة الجلد في العضلات العاملة، وهذه تحدث في فترات مختلفة، فكلما كانت الفترة الزمنية بين مؤشرات الاستعادة للتنفس والدورة الدموية قصيرة حدثت عمليات الاستعادة بصورة أنشط وأسرع ويلاحظ مع تقدم العمر بدءًا من (١١) سنة وانتهاء بـ (٢٠) سنة زيادة في التقارب الزمني لاستعادة وظيفة التنفس والدورة الدموية (فولكوف).

في البيانات التي تم الحصول عليها في مرحلة الاستعادة وعند مقارنتها بالبيانات التي تم الحصول عليها أثناء التدريب نجد أن هناك تباينًا كبيرًا في العلاقة المتبادلة بين المؤشرات المختلفة في ديناميكية الدم وقد اتضح أن قيمة حجم الدم خلال دقيقة واحدة يرتبط بدرجة كبيرة بعدد ضربات القلب.

تقنين نظام العمل خلال عمليات استعادة الشفاء

متطلبات التدريب الحديث بما فيه من ارتفاع كبير في أحجام التدريب وكذا النسبة العالية من التدريبات الخاصة بالشدة أضافت صعابًا أخرى لإمكانية تقنين نظام العمل والراحة بصورة مثالية وذلك بالنسبة لكل من الجرعات التدريبية والدورات التدريبية الصغيرة على حد سواء. وكذا جعلت من الصعوبة ضمان توحيد الظروف التي تكفل كفاءة العمل في الاتجاهات التدريبية المختلفة وتحقق أقصى فاعلية لحدوث عمليات استعادة الشفاء وردود الأفعال الخاصة بالتكيف الحيوي بعد العمل.



وتذليل مثل هذه الصعاب يمكن أن يتحقق من خلال اتجاهين مترابطين:

الاتجاه الأول: هو مثالية تخطيط وحدات التركيب المختلفة للعمليات التدريبية (للأحمال التدريبية).

الاتجاه الثاني: هو المقدرة على توجيه التخطيط الخاص بالوسائل المختلفة لاستعادة الشفاء والتي تستخدم بصورة كبيرة في التدريب الحديث.

وعلى الرغم من أن وسائل الإسراع من عمليات استعادة الشفاء قد عرفت منذ زمن بعيد إلا أن التخطيط الخاص بها خلال وضع البرامج التدريبية لم يكن موجودًا تقريبًا، ولكن مع بداية التكيف الحاد في العملية التدريبية فإن مشكلة استعادة الشفاء أصبحت واحدة من المشاكل الأساسية التي يهتم بها التدريب الحديث. حيث أن الفترة الأخيرة قد وجهت العديد من البحوث لحل العديد من التساؤلات الخاصة باستخدام العديد من الوسائل المتبعة تأثيراتها المختلفة على كل من العمل واستعادة الشفاء. ولقد كان الاتجاه الخاص في تلك البحوث في بادئ الأمر موجهًا نحو تحديد الوسائل التربوية والوسائل الخاصة بالعلاج الطبيعي وكذلك الوسائل التقنية والتي تسبب الإسراع من مرور العمليات الخاصة باستعادة الشفاء بعد الجرعات التدريبية المنفذة أو بعد مجموعة منها. حيث مكن استخدامها من أداء حجم تدريبي كبير خلال الجرعات والدورات الصغيرة والمتوسطة وأمكن الارتفاع بالمستوى العام للمقدرة على العمل مع ضمان عدم الوصول إلى مراحل الإجهاد.

وهذه النتائج بدون شك كانت أساسًا لتوصيات بإدخال وسيلة أو أخرى من وسائل استعادة الشفاء أو مجموعة من هذه الوسائل في مجال التدريب العملي التطبيقي، إلا أنه عند ذلك لم يوجه الانتباه بشكل أساسي نحو طبيعة العمل المؤدي ارتباطًا مع خصائص الطرق والوسائل المستخدمة استعادة الشفاء. حيث لم تجر في البداية البحوث التي توضح تأثير الاستخدام طويل المدى لوسائل استعادة الشفاء على فاعلية العملية التدريبية.

كما أن مجرد الإجابة على إدخال أو عدم إدخال الوسائل المختلفة لاستعادة الشفاء لم يعط الإجابة الكافية بالنسبة للاستخدام الخاص بتلك الوسائل بل انه في بعض الأحيان قد أدى إلى التضارب في الآراء، وبهذا أصبحت المشكلة الخاصة باستخدام وسائل الإسراع في استعادة الشفاء معقدة بشكل كبير وأدت إلى العديد من التساؤلات.

حيث انه من المعروف أن التعب والذي ينتج من خلال العمل العضلي يتشكل بظروف محددة ويعتمد على مقدار اشتراك النظم الوظيفية المختلفة في أدائه. أي أن كل عمل سوف يكون ذا طبيعة خاصة، هذا مع مراعاة أن كل وسيلة من وسائل استعادة الشفاء سوف يكون لها تأثيراتها الخاصة على الناحية الحيوية والتي تحدد - ليس فقط لمجرد استخدام الوسيلة، بل قد تكون الوسيلة الوحيدة لها - العديد من الظروف الخاصة باستخدامها، كما أن كلاً من

ظروف الاستخدام هذه سوف يكون لها تأثيراتها المختلفة على الناحية الحيوية للرياضي.

من هذا يتضح ضرورة الأخذ بعين الاعتبار أن يوجد الحساب الدقيق بين التأثيرات التدريبية من جهة ووسائل استعادة الشفاء المقترحة وخصائص تأثيراتها المختلفة على الناحية الحيوية للرياضي من جهة أخرى.

والحقيقة انه في السنوات الأخيرة قد وضعت العديد من أسس استخدام وسائل استعادة الشفاء حيث ظهر من الأبحاث المواصفات الدقيقة الخاصة بالتعب، والذي ينتج عن استخدام حمل أو أخر، كما تم التأكد من فاعلية الاقتراحات الخاصة باستخدام وسائل الإسراع في استعادة الشفاء.

في المجال العملي التدريبي لا تستخدم وسائل استعادة الشفاء الخاصة بطبيعة الاتجاه المؤدي بل انه تستخدم وسائل استعادة الشفاء الخاصة بالعمل او الاتجاه الذي سوف تتم فيه الجرعة القادمة، وحتى تتم الجرعة في الاتجاه المطلوب مع ضمان وجود النظام الحيوي المستخدم في مرحلة ما فوق الاستشفاء. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن كل وسيلة من وسائل استعادة الشفاء تعتبر في حد ذاتها حملًا إضافيًا على الناحية الحيوية للرياضي، والذي قد يؤثر في بعض الأحيان تأثيرًا كبيرًا في نشاط النظم الوظيفية، وتجاهل ذلك يمكن أن يؤدي إلى نتائج عكسية (في حالة عدم استخدام وسيلة مناسبة).

حيث انه من الممكن أن يتضاعف التعب ويقل مستوى المقدرة على العمل ويعيق عمليات التكيف، وتسبب ردود أفعال غير مرضية.

وفي الوقت الحالي فقد تم اتفاق كامل في آراء المتخصصين في مجال التدريب الرياضي على أن التأثيرات التدريبية والوسائل الخاصة باستعادة الشفاء يعتبران وجهين مختلفين لعملة واحدة غاية في الصعوبة، وبناء على ذلك فان توحيد وسائل استعادة الشفاء ومؤثرات التدريب في نظام واحد وعدم الفصل بينهما يعتبران من أهم واجبات القدرة على العمل واستعادة الشفاء خلال برامج الجرعات والدورات التدريبية الصغيرة.

عمليات استعادة الشفاء في التدريب الرياضي

مزايا عملية استعادة الشفاء أثناء النشاط الرياضي

تتحدد خاصية التغيرات الوظيفية التي تتم أثناء عملية استعادة الشفاء على طبيعة الفعالية العضلية لحد كبير، حيث تحدث استعادة الشفاء أثناء العمل العضلي وبعده، وتتسم وظيفة الاستعادة بعد العمل بعدد من المزايا المهمة والتي لا تحدد عملية استعادة الشفاء فقط وإنما العلاقة المتبادلة بين الوحدة التدريبية السابقة واللاحقة ومن بين هذه المزايا يمكن ذكر الآتي:



١- استمرار عملية استعادة الشفاء بشكل غير منتظم.

٢- وجود أطوار مختلفة لعملية استعادة الشفاء للأجهزة الوظيفية والكفاءة العضلية.

٣- الاختلاف الزمني لاستعادة الشفاء للأجهزة الوظيفية المختلفة.

عدم انتظام عمليات استعادة الشفاء في التدريب الرياضي

إن عملية استعادة الشفاء يتم فيها تعويض الدين الأوكسجيني، ويرى (هيل) أن عملية استعادة الشفاء تتم في البداية بشكل سريع ومن ثم تتباطأ، فبعد تنفيذ تدريب ذي شدة معتدلة فان عملية تعويض الدين الأوكسجيني تتم بشكل سريع ويرجع معدل استهلاك الأوكسجين إلى القيمة الأولية قبل التدريب، أما بعد تنفيذ تدريب ذي شدة عالية فان عملية تعويض الدين الأوكسجيني تتم بشكل أبطأ من الحالة الأولى.

وهنالك قسمان من الدين الأوكسجيني:

القسم الأول: الدين الأوكسجيني غير اللاكتيكي ويرتبط بإعادة تخليق المركبات التي تضم الفوسفور ATP. CP.

القسم الثاني: (لاكتيكي) ويرتبط بالتخلص من الحوامض المؤكسدة (حامض اللبنيك) وقد اتضح أن القيم القصوى للدين الأوكسجيني (لاكتيكي) في التدريب ذي الشدة العالية عند الرياضيين تتراوح بين (٣ - ٥ لتر) بينما تتراوح هذه القيم عند الأفراد من غير الرياضيين (١,٥ - ٢,٥ لتر) وعندما تكون الكمية المتجمعة من حامض اللبنيك كبيرة نتيجة التدريب ذي الشدة القصوى فإن الدين (لاكتيكي) يمكن أن يبلغ عند الرياضيين قيمة تتراوح بين (١٢٠ - ٢٣٠) مليلتر لكل واحد كيلوجرام من وزن الجسم، بحيث أن تعويض الدين الأوكسجيني (لاكتيكي) يحدث بمقدار ٤٠-٥٠ مرة أبطأ مما يحدث عند تعويض الدين الأوكسجيني (غير لاكتيكي) ويفسر هذا بصورة خاصة بسبب الإيقاعات المتباينة لتعويض الدين الأوكسجيني الشامل بعد التدريب والذي تبلغ قيمته عند الرياضيين (١٥ - ٢٠لترًا) أو (٢٠٠ - ٣٠٠) مليلتر لكل واحد كيلوجرام من وزن الجسم.

وتتم في الوقت الحاضر متابعة عملية استعادة الشفاء غير المنتظمة ليس فقط حسب قيمة استهلاك الأوكسجين وإنما حسب قيمة تفاعلات أخرى تحدث بعد التدريب، وقد اتضح أن فترة الاستعادة تعتمد على شدة التدريب وطبيعة النشاط العضلي (تمارين ديناميكية واستاتيكية وتمارين القوة) فمثلًا بعد تنفيذ تمارين الشدة القصوى يحدث بعد مضي (٥ دقائق) تعويض للدين الأوكسجيني حوالي خمسة أضعاف أسرع مما يحدث في الدقائق الـ (١٣) اللاحقة من زمن الاستعادة الكلي وخلال هذه الفترة أي (٨١ ق) يساوي المجموع النبضي أثناء فترة الاستعادة هذه ١٨٢٨+٣٩ نبضة.

وينخفض مؤشر الاستعادة المشار إليه خلال الـ (٥ دقائق الأولى) من ١٣٠٪ + ٤,٥٪ إلى ٤٥٪ + ٣,٣٠٪ أي انه انخفض بمقدار ٨٥٪ في حين يكون الانخفاض في الدقائق الـ (١٣) اللاحقة بمقدار ٢٪، ووضعت علاقة متشابهة في قيمة النبض الأوكسجيني أيضًا وقد انخفض المؤشر المشار إليه خلال الخمس دقائق الأولى من الاستعادة من قيمة (١٣,١٥) مليلتر إلى (٥,٤٦) مليلتر في حين كان الانخفاض في الدقائق (١٣) اللاحقة قد وصل إلى (٣,٧٧) مليمتر فقط.

أما بعد تنفيذ تمارين وفق إيقاع معتدل لفترة (٥) دقائق تم التوصل إلى استنتاج مماثل لاستعادة استهلاك الأوكسجين، أي عند تنفيذ عمل سهل نسبيًا، تم التوصل أيضًا إلى فترتين للاستعادة في معظم المؤشرات التي خضعت للبحث، حيث اتضح أنه خلال الخمس دقائق الأولى هبطت فترة استعادة استهلاك الأوكسجين من ٦٤٠ مليلتر إلى (٤٥٠) مليلتر فقط وقد استعاد النبض قيمته من ١٢٢ ضربة في الدقيقة إلى ٩٥ ضربة في الدقيقة الواحدة خلال الخمس دقائق الأولى وفي الدقائق اللاحقة أي لغاية الدقيقة (٢٠) تراوحت فترة الاستعادة لقيمة النبض بين ٨٠-٩٠ ضربة في الدقيقة الواحدة، ومن خلال ما تقدم فان عدم انتظام استعادة الأجهزة الوظيفية والحركية تشكل صفة مميزة لفترة الاستعادة، وينبغي أخذ ذلك بنظر الاعتبار عند إيجاد قيمة الاستراحة عند تكرار الأحمال التدريبية، لان قيمة الاستراحة المتساوية زمنيًا تؤدي إلى نتائج غير متساوية، وأن أكبر تأثير لزيادة زمن الاستراحة يكون في الأطوار أو (الفترات) المبكرة للاستعادة، أما أقل تأثير فيحدث في المراحل المتأخرة من الاستعادة ويرى الباحث (ف . م. زاتسوريسكي) إن استعادة الشفاء بعد عدو مسافة (٢٠٠ م) استغرقت (١٢) دقيقة، فعندئذ ستستعاد كفاءة الأداء خلال ٨ دقائق بنسبة ٩٥٪، وفي الواقع أن التكرار الثاني سيحدث في حالة كون الأجهزة الوظيفية قد وصلت إلى مستوى عال من الكفاءة.

تأثير العمر وبالأحمال المختلفة على عملية استعادة الشفاء

يعتبر العمر عاملًا مهمًا لتحديد طبيعة عمليات الاستعادة، ويعتقد بعض الباحثين (سميرنوف، هانديلمان) إن فترة الاستعادة عند الأطفال بعد حمل تدريبي محدد، أقصر مما هو عند الكبار، وفي دراسة أخرى (فاسبيلوف) يشار إلى انه بعد حمل تدريبي شديد تكون عمليات الاستعادة عند الفتيان أطول بصورة عامة مما هي عليه عند الكبار.

توصلت نتائج التحليل العمري للتغيرات الوظيفية بعد التدريب لمعرفة علاقة عمليات الاستعادة بطبيعة النشاط العضلي، فبعد تنفيذ تمارين قوة ثابتة حتى استناد الجهد، وبشدة ٥٠٪ من القوة القصوى لأعمار تتراوح من (١١-٢٠ سنة) توصلت نتائج التحليل

العمري للمؤشرات الوظيفية التالية .. التنفس الخارجي، عدد ضربات القلب، الضغط الشرياني، واستهلاك الأوكسجين وأكسدة الدم، إن أصغر فترة للاستعادة يتسم فيها الأولاد بعمر من ١١-١٢ سنة، وكلما كان العمر أكبر أصبحت فترة الاستعادة أطول.

وعند تنفيذ حمل بدني متساوٍ (العمل على دراجة لفترة خمس دقائق) بتردد ثابت كانت فترة الاستعادة لـلأولاد بعمر ١١-١٤ سنة أطول مما هي عليه عند الفتيان والكبار. وفي دراسة أخرى للرياضيين الفتيان بعد مشاركتهم في سباق الدراجات مسافة ٢٥-٣٥-٥٠ كم فان عمليات الاستعادة كانت أطول عند الفتيان مما هي عليه عند الرياضيين الكبار (المستويات العليا) في مؤشرات تخطيط القلب الكهربائي والدم، وهكذا فان لم يكن الحمل المستخدم، من تمرينات القوة الثابتة وحتى استنفاذ الجهد، فعندئذ ستكون فترة الاستعادة في هذه الحالة عند الأولاد أطول مما هي عليه عند الكبار (فولكو).

وطبقًا لما تقدم فإن المعلومات المتوفرة في المصادر حول طول فترة الاستعادة بعد الأحمال التدريبية عند الفتيان من أعمار مختلفة وعند الكبار لا تتناقض بل هي تعكس في كل حالة خاصة شكلًا مختلفًا للتكيف إزاء التمارين البدنية.

ومن أجل وصف عمليات استعادة التنفس والدورة الدموية طبقًا للخصائص العمرية تحظى الدراسات التي تنفذ في ظروف زيادة الحمل البدني بأهمية خاصة، فان مثل هذا الاهتمام في الدراسات يعكس بصورة دقيقة نتائج المؤشرات الوظيفية المتعلقة بالدراسة، حيث أن زيادة الشدة وعدد تكرار التمارين وكذلك تغير زمن الاستراحة من أجل زيادة الحمل البدني ، ساعدنا في التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

١- كلما كان عمر الفرد الخاضع للبحث أصغر (١١-١٢ سنة) كانت شدة الوظائف التنفسية والدورة الدموية أكبر وكلما كانت العلاقة المتبادلة لهذه الوظائف أقل كفاءة كلما تطلب ذلك زيادة التكيف للاستجابة لزيادة شدة التمارين.

٢- كلما كان عمر الفرد الخاضع للبحث أقل، كلما بطأت بمقدار أكبر عملية استعادة الأجهزة الوظيفية وكفاءة الأداء العضلي أثناء إعادة الركض مرات عديدة لمسافة ٣٠ م، ١٠٠ م، و ٢٠٠ م.

٣- إن التغيرات المؤثرة بعد تنفيذ الحمل البدني للوظيفة التنفسية ووظيفة الدورة الدموية يتناغم مع تغير الجهاز العصبي العضلي (الزمن الكامن للتقلص الإرادي) (الزمن الكامن للاسترخاء الإرادي). وزمن النشاط الكهربائي للتقلص الإرادي الأقصى،

ويلاحظ عند الأطفال بعمر (١١-١٢ سنة) انه أثناء زيادة الحمل البدني تحدث زيادة كبيرة في المؤشرات الخاضعة للبحث عما عليه عند الكبار بعمر (١٨-٢٠ سنة).

إن زيادة المؤشرات المشار إليها بقيمة كبيرة (حسب بيانات الدقيقة الأولى لفترة الاستعادة) وعودتها بشكل بطئ إلى الاستعادة الأولية دليل على التغيرات الجوهرية في الديناميكية العصبية كاستجابة لزيادة الحمل البدني عند الأولاد مقارنة بما عند الكبار.

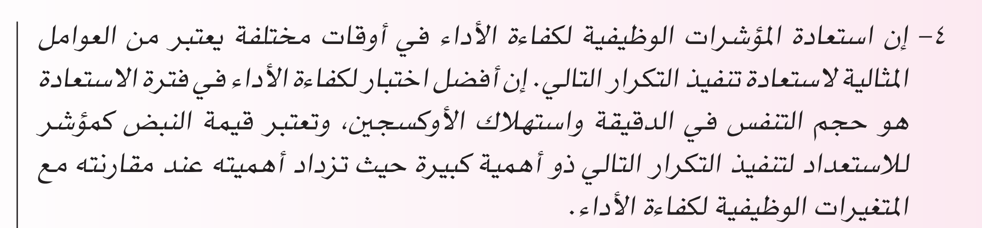
عند تقليل التغيرات الناتجة عن عمليات الاستعادة ينبغي تأشير خاصية معينة، إذ يحدث مع تقدم العمر تغير في العلاقة بين الطلب على الأوكسجين والدين الأوكسجيني، وتزداد في مرحلة الشيخوخة من الرجال بعد تنفيذ التمارين ليس فقط القيمة المطلقة للدين الأوكسجيني وإنما أجزاؤه في الطلب الأوكسجيني، وهكذا فان تلبية الطلب الأوكسجيني كما لو انه يزاح إلى فترة ما بعد الحمل، لذا يحدث عند الشيوخ تعويض نقص الأوكسجين في الأنسجة بمعدل أكثر بطئًا مما هو عليه عند الشباب، على الرغم من التغير الكبير للتنفس الخارجي بعد التمارين، وعليه فان تعويض نقص الأوكسجين للأنسجة بمعدله البطيء عند الشيوخ في مرحلة استعادة الشفاء بعد تنفيذ حمل بدني مختلف لا يوجد عند جميع الأفراد من الشيوخ، فعند بعض الأشخاص الذين خضعوا للاختبار يلاحظ حتى بعد تجاوزهم عمر (٦٠ سنة) ظهور انخفاض طفيف في هذا المؤشر.

إن الأطوار المبكرة لفترة الاستعادة بعد الحمل البدني يشكل اهتمامًا في التطبيق الرياضي عند تقويم نتائج تمارين بدنية انفرادية وكذلك عند وصف تأثير التمارين السابقة على التمارين اللاحقة، وعند تحويل عوامل استعداد الرياضي لتكرار النشاط الرياضي، وعند تنفيذ تمارين بدنية تدريبية مع أشخاص بأعمار مختلفة، وهكذا فإن دراسة عمليات الاستعادة عند تنفيذ الأحمال البدنية ساعدت في التوصل إلى النتائج التالية:

١- تكمن طبيعة الاستعادة، في الظواهر الوظيفية التي تؤثر في الأنسجة وفي منظومة العصب المركزي.

٢- تتسم عمليات الاستعادة كونها غير منتظمة، إذ تحدث في بداية الاستعادة بصورة سريعة ثم تتباطأ، لذا فإن زيادة الزمن الذي يخصص للاستراحة يكون له تأثير كبير في الأطوار المبكرة وتأثير قليل في الأطوار المتأخرة من الاستعادة.

٣- عند التخطيط للأحمال البدنية المتكررة ينبغي الأخذ بعين الاعتبار أطوار تغير كفاءة الأداء في فترة الاستعادة، إن الحمل المنفذ في طور انخفاض كفاءة الأداء سيكون أقل تكيفًا مقارنة بالحمل الذي سينفذ في فترة مضاعفة كفاءة الأداء.



٤- إن استعادة المؤشرات الوظيفية لكفاءة الأداء في أوقات مختلفة يعتبر من العوامل المثالية لاستعادة تنفيذ التكرار التالي. إن أفضل اختبار لكفاءة الأداء في فترة الاستعادة هو حجم التنفس في الدقيقة واستهلاك الأوكسجين، وتعتبر قيمة النبض كمؤشر للاستعداد لتنفيذ التكرار التالي ذو أهمية كبيرة حيث تزداد أهميته عند مقارنته مع المتغيرات الوظيفية لكفاءة الأداء.

٥- يؤثر العمر على عمليات الاستعادة، فسرعة الاستعادة بعد تنفيذ حمل بدني (استاتيكي) بقيمة ٥٠٪ من القيمة القصوى حتى استنفاذ الجهد عند الأطفال بعمر (١١-١٦ سنة) يحدث بصورة أسرع مما هو عليه عند الكبار، وعند تنفيذ حمل بدني شديد في ظروف زيادة الحمل فإن الاستعادة عند الأطفال تحدث بصورة أبطأ مما هو عليه عند الكبار، ومع تقدم العمر فإن عمليات استعادة الشفاء تتباطأ.

بعض القواعد الخاصة بعملية الاستشفاء

١- تعد عملية الاستشفاء بعد أداء التدريب الرياضي في غاية الأهمية لجميع الرياضيين، وهي تشغل المهتمين بالمجال الرياضي.

٢- امتلاء مخازن العضلات بالفوسفات يكون سريعًا جدًا في الدقائق الأولى من فترة الاستشفاء حيث تتراوح الفترة المطلوبة لذلك من ٢-٣ دقائق.

٣- يساعد القيام بالتمرينات المتقطعة التي تشتمل على فترات راحة بينية على امتلاء وتجديد مخازن الفوسفات لاستخدامه في فترات العمل التالية.

٤- الطاقة اللازمة لتجديد مخازن الفوسفات تستمد من عملية الأكسدة الهوائية بالإضافة إلى عمليات تكسير حامض اللاكتيك وتستغرق حوالي (٦٠-٩٠ دقيقة).

٥- مقدار كمية الدين الأوكسجيني يتم تعويضها أثناء عملية الاستشفاء، وعادة ما تستهلك في فترة الراحة وينطبق ذلك على الدين الأوكسجيني لحامض اللاكتيك.

٦- مخازن الأوكسمايوجلوبين (٠,٠٥ لتر) مهمتها هي تسهيل عملية انتشار الأوكسجين داخل الأنسجة العضلية بواسطة أجسام الميتوكندريا أثناء التمرينات البدنية ومخازن الأوكسمايوجلوبين تمتلئ في غضون عملية الاسترداد.

٧- امتلاء العضلات بالجليكوجين في غضون عملية الاسترداد بعد التمرينات المستمرة الطويلة يستغرق حوالي ٤٦ ساعة إذا تناول الفرد الرياضي كميات مضاعفة من الكربوهيدرات في الغذاء.

٨- تمتلئ العضلات بحوالي ٦٠٪ من الجليكوجين في أول عشر ساعات من عملية الاسترداد.

٩- تكرار تدريبات التحمل لعدة أيام يؤدي إلى نقص في مخازن الجليكوجين حيث ينقص مستواه مع مرور أيام التدريب ويستمر على ذلك ما دام الفرد الرياضي لا يتناول كميات كافية من الكربوهيدرات وهذا بدوره يؤدي إلى التعب العضلي المزمن.

١٠- الرياضيون الذين يتناولون كميات عادية من الكربوهيدرات في غذائهم ثم يؤدون تدريبات لوقت قصير (أي بشدة عالية - متقطعة) تمتلئ عضلاتهم بالجليكوجين بعد ٢٤ ساعة وحوالي ٤٥٪ تمتلئ في أول خمس ساعات في فترة الاستشفاء وقليل جدًّا من الجليكوجين يعاد تكوينه بعد ٣٠ دقيقة من فترة الاسترداد حتى إذا لم يتناول الفرد أي غذاء بعد التدريب.

١١- الألياف العضلية البيضاء تمتلئ بالجليكوجين أسرع من الألياف العضلية الحمراء.

١٢- يتحول قدر من حامض اللاكتيك إلى جليكوجين بواسطة الكبد عن طريق الأكسدة الهوائية ويساعد ذلك في سرعة تعويض ثم إمداد العضلات بما فيها من الجليكوجين.

١٣- تعتمد عمليات أكسدة اللاكتيك على الأوكسجين الذي يدخل إلى الرئتين ثم ينتقل إلى الدم، لذلك ينصح بأن تكون عملية التهوية الرئوية بعد التمرينات عميقة ويفضل الابتعاد عن التنفس السطحي بقدر الإمكان.

الفصل الثالث

دراسات في التعب العضلي وعمليات استعادة الشفاء في الألعاب الرياضية

السباحة

تنفذ فعاليات هذا النوع من الرياضة في وسط مائي، حيث يختلف في صفاته الطبيعية عن الوسط الهوائي، فمن المعروف أن الماء له قدرة عالية على توصيل الحرارة تفوق بمقدار ٢٥ مرة عن توصيل الهواء، كما أن جسم الإنسان يبرد في الوسط المائي أسرع من الوسط الهوائي يفقد كمية إضافية من الطاقة، على سبيل المثال فإن وجود السباح في الماء لمدة (٣-٤) دقائق وبدرجة حرارة ٢٤-٢٥ درجة يسبب زيادة في استهلاك الطاقة بنسبة تتراوح بين ٥٠-٧٠.

إن الماء له كثافة تزيد بمقدار ٨٢٠ مرة عن كثافة الهواء لذلك فإن الماء يظهر مقاومة كبيرة تجاه حركة السباح، وعند السباحة تصرف كمية من الطاقة تزيد أربع مرات عن كمية الطاقة المصروفة أثناء السير الاعتيادي وبالسرعة نفسها.

إن القوة الكبيرة التي يبديها السباح للتغلب على مقاومة الماء وقدرة الماء الكبيرة على توصيل الحرارة هما اللذان يحددان كمية الطاقة المصروفة، فمثلًا يفقد الرياضي في سباحة ١٥٠٠ م وبزمن ١٨ دقيقة طاقة مقدارها ٣٦٠ كيلو كالوري، أما سباحو المسافات الطويلة فيفقدون خلال السباحة لمدة ٢١ ساعة كمية من الطاقة مقدارها ١٠٠٠٠ كيلو كالوري.

يتصف سباحو المستوى العالي بمقدرة عالية على الاستهلاك الأقصى للأوكسجين فبموجب بيانات (ب . أ . شيركونيش) فإن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين عند سباحي المستوى العالي تساوي (٥,٤٠ لتر) أي (٦٥,٢ مليلتر/كجم/دقيقة)، أي أن الكمية القصوى لحاجة السباحين من المستوى الأولى في السباحة تساوي (١٣,١ لتر) «فولكوف وآخرون» وهي أقل من القيمة المطلقة للدين الأوكسجيني التي تتصف بها الأنواع الأخرى من الرياضة.

إن الحمل البدني الشديد وحمل المنافسات يسببان تغيرات وظيفية، ومورفولوجية، وفي قيم الكيمياء الحياتية، فمثلًا لوحظ أن استعادة الشفاء عند الأبطال امتدت إلى ٣٦ ساعة بعد الوحدات التدريبية، أما عملية التدريب اللاحقة والتي جرت بعد ١٦ ساعة فقد صاحبتها زيادة متواصلة في صرف الطاقة، وقد تطابقت هذه النتائج مع التغيرات المماثلة التي حصل عليها (أ . أ . ماتفيف) من خلال دراسة العلاقة بين ظواهر اقتصادية الاحتياطي للطاقة وبين القيم الذاتية للحد الأقصى للاستهلاك الأوكسجيني، عند السباحين وقد لوحظ أثناء اكتمال الفورمة الرياضية استهلاك طفيف للطاقة في ظروف الهدوء النسبي ومقدرة عالية في الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، فبعد تنفيذ وحدات تدريبية مخصصة للسرعة يلاحظ هبوط في مؤشرات القوة التربيعية وانخفاض القدرة إزاء التدريب اللاأوكسجيني وبعد تنفيذ وحدات تدريبية للتحمل ذات طبيعة هوائية تحدث تغيرات جوهرية للتنفس الخارجي والحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

إن التغيرات الوظيفية التي تحدث للتنفس الخارجي بعد تنفيذ الحمل الأول لحجم ٥ كم وبشدة ٧٠٪ والحمل الثاني لحجم ١١ كم وبشدة ٧٠٪ والحمل الثالث بحجم ٦١ كم وبشدة ٧٠٪ في السباحة أثناء مرحلة الإعداد، يعبر عنها من خلال هبوط مباشر لعدد من الأحجام الرئوية (الحجم الحيوي للرئتين) وحجم احتياطي الشهيق وكذلك انخفاض المستوى الأقصى للرئتين وتردد وعمق التنفس السريع وقدرة الزفير، وعلى العكس من ذلك إذ يزداد حجم التنفس خلال دقيقة واحدة والقدرة على استهلاك الأوكسجين.

إن هذه التغيرات هي نتيجة لانخفاض وظيفة التنفس الخارجي تحت تأثير الحمل التدريبي من جهة ومن جهة أخرى الكثافة الشديدة لتبادل الطاقة بعد التدريب مباشرة.

وتحدد التغيرات في المرحلة الأولى من الاستعادة بعد ساعة واحدة من انتهاء الحمل البدني ثم بعد مضي ١٠، ١٦، ٢٠ ساعة بعد انتهاء الوحدة التدريبية، ومن خلال دراسة جميع مؤشرات التنفس الخارجي لوحظ استعادة كبيرة خلال الساعات العشر الأولى لتلك المؤشرات، فمثلًا إن عمق التنفس واستهلاك الأوكسجين والتنفس الأقصى للرئتين كانت منسجمة مع القيم الأولية قبل التدريب، أما فيما يتعلق بمؤشرات أخرى وعلى وجه الخصوص السعة الكلية للرئتين والسعة الحيوية للرئتين فقد أثرت بعض الفروق مقارنة بالقيم الأولية المثبتة قبل التدريب.

وفي مرحلة التدريب التي تسبق المباريات فإن تأثيرات وحدة تدريبية واحدة أو وحدتين أو ثلاث وحدات وموزعة حجومها بين الأيام على النحو التالي ٥ كم، ٦ كم، و٥,٥ كم وبشدة تتراوح بين٧٠-٨٠٪ كانت قد اتسمت بتغيرات متشابهة لمستوى التنفس الخارجي

واستهلاك الأوكسجين، حيث لوحظ تغيرات أقل لوظيفة التنفس الخارجي مقارنة مع مرحلة الإعداد نتيجة لزيادة شدة التدريب ولم تلاحظ تغيرات جوهرية في تغير التنفس الخارجي بعد وحدة أو وحدتين أو ثلاث وحدات تدريبية سواء كان ذلك في مرحلة الإعداد أو في مرحلة ما قبل المباريات وإن ذلك فيما يبدو يشير إلى أن فترة الاستراحة بين مراحل التدريب كانت كافية للاستعادة حيث أن الحمل التدريبي نفذ في نهاية الاستعادة الكاملة لوظيفة التنفس الخارجي.

وقد أظهرت نتائج أبحاث مماثلة لمستوى التنفس الخارجي واستهلاك الأوكسجين في فترات مختلفة بعد التدريب عند السباحين من الفئة العمرية (١٢-١٦ سنة) (فولكوف)، فبعد مضي ساعتين على انتهاء الوحدة التدريبية وكذلك في الفترات اللاحقة من (١٢-٢٣ ساعة) لوحظ مستوى جيد للتنفس الخارجي (عمق التنفس) (والحجم خلال دقيقة واحدة واستهلاك الأوكسجين) مقارنة بمؤشرات القيم الأولية كما أن مؤشرات التنفس الخارجي واستهلاك الأوكسجين التي تمت دراستها بعد مضي (٢٤-٣٦ ساعة) على انتهاء التدريب تتفق مع القيم الأولية قبل التدريب...

إن المستوى العالي للتنفس واستهلاك الأوكسجين للرياضيين الفتيان بعد الوحدات التدريبية هي نتيجة تعزيز دور تبادل الطاقة حيث يتم التخلص من الفضلات من جهة وتامين مصادر الطاقة المستهلكة من جهة أخرى.

ومن الواضح أن حركة هبوط الأوكسجين يمكن أن تزداد أثناء النشاط العضلي الشديد، ويحدث هذا عندما لا يكون هناك تناسق بين التنفس والطلب على الأوكسجين وعند عدم تزويد العضلات والأعضاء العاملة بالدم، وعندما تقل العلاقة بين التنفس وتزويد الرئتين بالدم وبين سرعة انتشار الغازات خلال أغشية الحويصلات الشعرية.

إن هبوط الأوكسجين غالبًا ما يعبر عنه في هبوط تشبع الدم الشرياني بالأوكسجين وتراكم حامض اللبنيك في الدم ويحدد نقص الأوكسجين من خلال قيمة الدين الأوكسجيني في مرحلة الاستعادة، واستنادًا إلى ذلك يبدو أن جسم الرياضي في المراحل المتأخرة لأطوار الاستعادة تتم بمزايا متباينة إزاء هبوط كمية الأوكسجين في الأنسجة، ومن المعروف أن بين نمو وإزالة وتعويض حالة نقص الأوكسجين وبين مستوى العمليات المؤكسدة وتفاعلات التمثيل الغذائي توجد علاقة محدودة.

قد ثبت أن التغيرات التي تحصل في زيادة نقص الأوكسجين والتفاعلات التعويضية للتنفس الخارجي بعد نهاية أخر دائرة تدريبية صغيرة (يبلغ الحجم الإجمالي لها خلال

الأسبوع ٤٠ كم وبشدة مقدارها ٧٠٪ في رياضة السباحة) تشير إلى فروقات جوهرية في فترات مختلفة من استعادة الشفاء وتتغير مباشرة بعد الوحدة التدريبية واستمرارية هبوط نقص الأوكسجين (يشكل حبس التنفس في الشهيق ٩٠-٩٥٪ من قيمة السعة الحيوية للرئتين والتنفس في حيز مغلق) وينخفض طول فترة الطور الثابت وطور هبوط الأوكسجين كما تنخفض الحدود العظمي لهبوط أكسجة الدم.

إن المتغيرات المشار إليها يمكن ملاحظتها أيضًا في الفترات اللاحقة في النتائج، أي بعد مضي ١٠ ساعات على انتهاء التدريب وعندما تمضي ١٦ ساعة على أخر وحدة تدريبية يظهر التباين قليلًا مقارنة بالقيم الأولية، وبعد مضي ٢٠ ساعة من انتهاء التدريب الختامي للدائرة التدريبية الأسبوعية تحدث استعادة كاملة لطول فترة حبس التنفس وفي جو مغلق للطور الثابت وطور نقص الأوكسجين، وهكذا فإن تدريب السباحين يتطلب تغييرًا جوهريًا في حالة نقص الأوكسجين، وتظهر هذه التغيرات نتيجة مضاعفة إنتاج الطاقة بعد التدريب وزيادة مستوى التنفس النسيجي.

إن المزايا المشار إليها للثبات الوظيفي تجاه نقص الأوكسجين في فترات مختلفة لنتائج الوحدات التدريبية من الضروري أخذها بنظر الاعتبار عند تحديد مكونات ونسب الأحمال التدريبية المكررة، وكذلك عند التنسيق بين الوحدات التدريبية وفترات الاستراحة.

إن الأحمال التدريبية المعادة والتي تتضمن استخدام وسائل فعالة في الاستجابة لعدم كفاية الأوكسجين تكون بشكل واضح ذات نتائج أكثر فاعلية مقارنة مع تلك الوسائل الأقل فاعلية، كما يجب أيضًا الأخذ بعين الاعتبار إن المستوى الأعلى لفاعلية التمثيل الغذائي يرتبط ليس فقط في تعزيز عمليات إعادة بناء مصادر الطاقة بعد التدريب وإنما أيضًا في تأمين ومضاعفة أكثر لعملية الاستعادة (التعويض الزائد) لمصادر الطاقة.

لوحظ في مرحلة الإعداد . ومباشرة بعد الحمل الأول وحجمه (٥ كم) وبعد الحمل الثاني وحجمه (٦ كم) وبعد الحمل الثالث وحجمه (٦ كم) بينما تراوحت الشدة بين ٧٠-٨٠٪ من قيمتها العظمي .، هبوط في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، وبعد مضي ١٠ ساعات بعد الوحدات التدريبية كانت قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين تتساوي بالشكل الأتي:

الجدول رقم (٢)
قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بالألتار لمراحل مختلفة
في نتائج الوحدة التدريبية الأولى والثانية والثالثة في فترة الإعداد

عدد الوحدات	المعلومات الأولية	صفر-١	مــراحل النتــائج (ساعـــــة)		
			١٠	١٦	٢٠
الحمل الأول	٠,٠٩+٤,٧٥	٠,٠٩+٣,٧	٠,٠٦+٤,٤٤	٤,٥٧+٤,٥٦	٠,١٥+٠,٠٦
الحمل الثاني	٠,١٥+٤,٥٧	٠,٠٥+٣,٥	٠,٠٦+٤,٣٣	٠,٠٤+٤,٤٦	٠,٠٦+٤,٤٧
الحمل الثالث	٠,٠٦+٤,٤٧	٠,٠٥+٣,١٧	٠,٠٥+٤,٢٣	٠,٠٥+٤,٢٣	٠,٠٥+٤,٣٠

بعد الحمل الأول ٩٣,٤٪ وبعد الحمل الثاني ٩٤,٧٪ وبعد الحمل الثالث ٩٤,٦٪ من القيمة التي كانت قبل التدريب، كما أن استعادة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في المراحل اللاحقة من النتائج بعد مضي ١٦، ٢٠ ساعة أصبحت بشكل أبطأ.

إن انخفاض قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في المراحل التي سبقت المنافسات بعد الوحدات التدريبية مباشرة، حيث كان حجم الحمل موزعًا بين الأيام كما هو الحال في مرحلة الإعداد، ولكن الشدة تزايدت بين (٨٠-٩٠٪) وبعد الوحدات التدريبية مباشرة كانت قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين أقل مما هي عليه في مراحل الإعداد حيث كانت تساوي بعد الحمل الأول في المرحلة التي تسبق المنافسات (٨٢,٧٪) من قيمة المستوى الابتدائي و (٨٣,١٪) بعد الحمل الثاني و (٨١,١) بعد الحمل الثالث، أما في المراحل اللاحقة بعد مضي ١٦ ساعة فإن استعادة قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين جرت بطريقة أبطأ مما جرت عليه في الساعات العشر الأوائل للنتائج، وبعد مضي ٢٠ ساعة اقتربت قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين من المستوى الذي كانت عليه قبل التدريب وكانت تساوي بعد الحمل الأول ٩٧,٦٪ وبعد الحمل الثاني ١٠٠٪ وبعد الحمل الثالث ٩٨,٦٪ من قيمة المستوى الأول.

الجدول رقم (٣)
قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بالألتار لمراحل مختلفة
في نتائج الوحدة التدريبية الأولى والثانية والثالثة في الفترة التي تسبق المنافسات

عدد الوحدات	المعلومات الأولية	صفر-١	مــراحل النتــائج (ساعـــــة)		
			١٠	١٦	٢٠
الحمل الأول	٠,٠٩+٤,٧٥	٠,١١+٣,٩٣	٠,١١+٤,٣٥	٠,٠٦+٤,٤٤	٠,٠٧+٤,٦٤
الحمل الثاني	٠,٠٧+٤,٦٤	٠,١٠+٣,٨٦	٠,٠٥+٤,٢٨	٠,٠٨+٤,٥٠	٠,٠٨+٤,٦٤
الحمل الثالث	٠,٠٨+٦,٦٤	٠,١٠+٣,٧٦	٠,٠٧+٤,٢٢	٠,٠٨+٤,٤٨	.٠١٠+٤,٥٥

وهكذا تتسم نتائج الوحدات التدريبية في بداية مرحلة ما قبل المباريات بقلة الإمكانيات الأوكسجينية وطول فترة استعادة الشفاء ولكن ومع استمرار عملية التدريب في مرحلة قبل المباريات تتسم النتائج على الرغم من مضاعفة شدة التدريب بزيادة الإمكانيات الأوكسجينية وسرعة عمليات استعادة الشفاء حيث أوضحت نتيجة الجداول أن قيمة الحمل التدريبي الثالث في مرحلة الإعداد بعد مضي ٢٠ ساعة ٩٢,٤٪، أما في مرحلة ما قبل المنافسات وبعد مضي ٢٠ ساعة أيضًا كانت النسبة ٩٨,٠٦٪ من القيمة الأولية، وهذا يعني على الرغم من زيادة شدة التدريب إلا أن الأنظمة الوظيفية استطاعت أن تستعيد فترة الشفاء بكفاءة أعلي وأسرع مقارنة بمرحلة الإعداد، ويتضح من ذلك وجود علاقة وطيدة بين قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وكفاءة الأداء، لذلك فإن تغيير قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بعد الوحدات التدريبية تحدد مستوى كفاءة الأداء العضلية، وقد أوضحت نتائج الدراسات أن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين تعتمد على الإمكانيات الأوكسجينية بشكل كبير، كما أن الدين الأوكسجيني يعتبر مؤشرًا ذا درجة عالية من الأهمية لتحديد الإمكانية الأوكسجينية.

ولوحظ مباشرة بعد الوحدة بحجم (٤,٥-٥كم) وبشدة ٩٠٪ انخفاض كفاءة الأداء إلى ١٣,٢٪ من القيمة الأولية قبل التدريب وصاحبها انخفاض في قيمة الأوكسجين، وفي المرحلة التالية من النتائج بعد مضي ١٠ ساعات لوحظ استعادة كفاءة الأداء إلى ٩٨,٢٪ من القيمة الأولية قبل التدريب ويتضح في ذلك نتيجة مضاعفة إنتاج الطاقة للسباحين بما في ذلك زيادة القابلية اللاأوكسجينية، كما لوحظ زيادة في قيمة تعويض الدين الأوكسجيني القصوى لغاية ٩٠,٥٪ وكذلك عناصر (غير اللاكتيكي) و(اللاكتيكي).

الجدول رقم (٤)
النتائج اللاأوكسجيني في مراحل مختلفة من نتائج الاستعادة

عدد الوحدات	مـراحل النتــائج (ساعــــة)		
	صفر-١	١٠	٢٠
الدين الأوكسجيني ٠,٣+١٢,٧	٠,٤٤+١٠,٦	٠,٢٦+١١,٥	٠,٢٠+١٢,٤
الدين غير اللاكتيكي (ل) ٣ (٤+٠,١٤)	٠,١٢+٣,٤	٠,١٠+٣,٦	٠,١١+٤,٢
الدين لاكتيكي (ل) (٨,٧+٠,١٨)	٠,٢١+٧,٢	٠,١٤+٧,٩	٠,٢٢+٨,٢
الدين الأوكسجيني للكيلو جرام واحد من الوزن (مل) (٢,٦٧+١٨١)	٢,٠٥+١٥,٤	٢٧٧+١٩١,١	١,٨٤+١٨٢,٣
الدين غير اللاكتيكي للكيلو جرام واحد من الوزن (مل) (١,٧٤+٥٧,١)	١,٣٣+٤٨,٥	٥١,٤	١,٦٤+٦٠,٠
الدين لاكتيكي للكيلو جرام واحد من الوزن (مل) (٢,٠٥+١٢٤,١)	١,٨٤+١٠٢,٨	٢,٣٦+١١٢,٨	١٧٤+١١٧,١
الشغل ١ كجم ق/ م (٣١,٦٤+٦٠٧٨,٢)	٤١,٦+٥٢٧٩,٢	٣٠,٥١+٥٩٧٠	٣٠,٨٢+٦١٣٦,٤

وبعد مضي ٢٠ ساعة استراحة سجلت زيادة في كفاءة الأداء وكان الدين الإجمالي الأوكسجيني منسجمًا مع البيانات الأولية وحدث نفس الشيء بالنسبة لعناصر الدين الأوكسجيني وهكذا فإن زيادة القابلية اللاأوكسجينية في المراحل المتأخرة من استعادة الشفاء والمؤثرة في النتائج للوحدات التدريبية كانت منسجمة مع زيادة كفاءة الأداء العضلي.

إن الفترة الأساسية التي استعادت من خلالها الإمكانيات اللاأوكسجينية حدثت أثناء الساعات العشر الأولى بعد انتهاء الوحدات التدريبية في حين أثرت الاستعادة الكاملة لكفاءة القابلية اللاأوكسجينية بعد مضي ١٦-٢٠ ساعة من انتهاء التدريب.

وفي السباحة عادة ما تجري الوحدات التدريبية مرتين وأحيانًا ثلاث وحدات في اليوم، وأظهرت الدراسات أنه بعد مضي وحدتين تدريبيتين في اليوم يبلغ الحجم (٧-٨كم) وبشدة (٨٠٪) يلاحظ انحراف المؤشرات المختلفة لوظيفة التنفس الخارجي للعضلات والقدرة على الثبات الوظيفي إزاء النقص في كمية الأوكسجين وجميع هذه المؤشرات لا تتجاوز المؤشرات المناظرة التي تم تسجيلها بعد عملية التدريب بوحدة واحدة.

إن الاستعادة بعد تدريب بوحدتين يوميًا تحدث أسرع مما تحدث في حالة تنفيذ وحدة واحدة، ومن الملاحظ أنه حتى بعد ثلاث وحدات من التدريب فإن إمكانية إنتاج الطاقة الأوكسجينية عند التدريبات لمرتين في اليوم تنخفض بدرجة أقل مما هي عليه بعد ثلاث وحدات متتالية في اليوم، وتحصل الاستعادة الكاملة (الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين) بعد انقضاء استراحة (١٠ ساعات).

وتحت تأثير أحمال تدريبية شديدة وطويلة يختل التوازن الأمثل لمصادر الطاقة الفنية وتقل عمليات إعادة بناء مصادر الطاقة، وانخفاض في إمكانية الطاقة الكيمياوية *ATP* وتحولها إلى طاقة ميكانيكية للتقلص العضلي.

ومن المفيد في هذه الظروف تقسيم جميع الأحمال التدريبية في اليوم الواحد إلى عدد من الوحدات التدريبية (بمعدل وحدتين في اليوم) فإن التدريب بوحدتين تدريبيتين في اليوم بحجم كبير من (٩-١٠ كم) وبشدة عالية تساوي (٩٢٪) من الشدة القصوى يؤدي إلى تغيرات جوهرية للمؤشرات المبحوثة مقارنة بوحدة تدريبية في اليوم، فمثلًا بعد وحدتين تدريبيتين في اليوم يزيد عدد كريات الدم البيضاء ٦٣,٥٪ وهو أكبر بكثير من وحدة واحدة شديدة، وهكذا فإن التأثير الكبير لليوم يمكن التوصل إليه عند تنفيذ وحدتين تدريبيتين في اليوم.

وفي الوقت الحاضر ومن أجل إيجاد التخطيط الأمثل للأحمال التدريبية تستخدم بنجاح وسائل مختلفة لبناء الدورات التدريبية الصغيرة وعادة ما تستخدم في السباحة طرق بناء الدورة التدريبية المثلى بأحمال مضاعفة أو منخفضة على شكل خطوات (دورة صغيرة تأرجحية).

إن تخطيط دورات صغيرة مماثلة هي نتيجة أبحاث علمية في التدريب واستنادًا لذلك فإنه في مرحلة الإعداد والمرحلة التي تسبق المباريات هناك طريقتان في بناء الدائرة التدريبية الصغيرة هما الدائرة التأرجحية والضاربة، وقد لوحظ في فترة الإعداد مباشرة وبعد أخر عملية تدريبية صغيرة (الضاربة) حيث كان الحجم (٣٨,١ كم) وبشدة (٧٠-٨٠٪) من السرعة القصوى هبوط في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بدرجة أقل، وما إن انقضت فترة ١٠ ساعات عن الوحدة حتى أضحت قيمة

الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين أقل بعض الشيء من القيمة الأولية، وفي المراحل اللاحقة أي بعد مضي (١٦-٢٠ ساعة) زادت قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بصورة طفيفة.

الجدول رقم (٥)
قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بالألتار
في مراحل مختلفة من استعادة الشفاء بعد الدائرة التدريبية الصغيرة الضاربة
في مرحلتي الإعداد وقبل المنافسات

عدد الوحدات	المعلومات الأولية	مراحل النتائج (ساعة)			
		صفر-١	١٠	١٦	٢٠
الإعداد	٤,٧٥+٠,٠٩	٣,٣٦+٠,١٠	٤,٣٦+٠,٠٦	٤,٤٦+٠,٠٧	٤,٤٦+٠,٠٨
قبل المنافسات	٤,٧٥+٠,٩٠	٣,٧٩+٠,١١	٤,٣١+٠,٠٦	٤,٤٧+٠,٠٨	٤,٤٢+٠,١٢

وأثناء المرحلة التي تسبق المنافسات مباشرة بعد الدائرة التدريبية الصغيرة الضاربة حيث يكون الحجم الإجمالي (٢,٣٨ كم) وبشدة (٨٠-٩٠٪) من السرعة القصوى، تهبط قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بدرجة أقل مما يحدث بعد طريقة مماثلة في بناء الدورة الصغري المثالية في مرحلة الإعداد ويؤشر أرفع مستوى لقيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بعد مضي ١٠ ساعات بعد انتهاء الوحدات التدريبية.

الجدول رقم (٦)
قيمة الحد الأقصى بالألتار لمراحل مختلفة من استعادة الشفاء في الدائرة
التدريبية الصغيرة بقيمتين أثناء مرحلة الإعداد وقبل المباريات

عدد الوحدات	المعلومات الأولية	مراحل النتائج (ساعة)			
		صفر-١	١٠	١٦	٢٠
الإعداد	٤,٧٥+٠,٠٩		٤,٤٢+٠,٠٧	٤,٤٨+٠,٠٦	٤,٤٨+٠,٠٩
قبل المنافسات	٤,٧٥+٠,١٠	٣,٨٥+٠,١٥	٤,٥٦+٠,١٠	٤,٣٢+٠,١٠	٤,٤٦+٠,١٢

إن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في المراحل اللاحقة لاستعادة الشفاء بعد مضي (١٦-٢٠ ساعة) تتناسب مع المعلومات المناظرة التي تم الحصول عليها في مرحلة الإعداد، وعند تقويم هذه المعلومات يجب الإشارة إلى زيادة شدة الأحمال التدريبية في مرحلة ما قبل المباريات، وفي هذه الحالة فإن الانحراف الطفيف في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في مرحلة ما بعد التدريب ينبغي النظر إليه كتعبير تغيير معقول للتبادل الهوائي.

إن ديناميكية الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في مراحل مختلفة من استعادة الشفاء بعد استخدام دائرة تدريبية صغيرة بقيمتين وبحجم مقداره (٣٦,٣ كم) تختلف بعض الشيء عن الديناميكية التي تم تسجيلها بعد استخدام دائرة تدريبية صغيرة بقيمة واحدة، ففي مرحلة الإعداد لوحظ من خلال المؤشرات التي تمت دراستها الاختلافات التالية:

انخفاض قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بعد أخر تدريب في الدورة المثالية التأرجحية بدرجة أقل من أخر تدريب في الدورة المثالية الضاربة، وفي المرحلة اللاحقة لعملية استعادة الشفاء بعد مرور ١٠ ساعات لوحظت استعادة أكبر لمستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين.

أن المؤشر الذي تم الحصول عليه تجاوز بعض الشيء المؤشر المناظر بعد تنفيذ الدائرة التدريبية الصغيرة الضاربة كما لوحظ في المرحلة اللاحقة لاستعادة الشفاء بعد مضي (١٦-٢٠ ساعة) اختلاف غير كبير.

وفي مرحلة الإعداد تتطلب الدائرة التدريبية الصغيرة التأرجحية هبوط أقل لمستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين مباشرة بعد عملية التدريب وفي المراحل اللاحقة لاستعادة الشفاء، إن الخصائص التي تشير أو أشير إليها برزت بدرجة أكبر مما كان عليه في مرحلة الإعداد، وفيما بعد أي بعد مضي (١٠-١٦-٢٠ ساعة) أصبحت طبيعة استعادة مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ترتبط بالتغيرات التي أشير إليها في مرحلة الإعداد،ولكن قيمة الأوكسجين المستهلك تجاوزت بصورة ملحوظة المعلومات المناظرة بعد الدائرة التدريبية الصغيرة وهكذا فنتيجة مضاعفة التدريب وتصعيد الإمكانيات والوظيفية التي تؤمن الطلب على الأوكسجين بصورة مرضية أثناء عملية التدريب الرياضي في مرحلة ما قبل المباريات وبعد دورات تدريبية صغيرة مختلفة في تركيبها لوحظ مستوى عال جدا لقيمة الحد الأقصى مباشرة بعد الوحدة وخلال طول فترة الاستعادة.

إن الدائرة التدريبية الصغيرة التأرجحية التي أمدها أسبوع واحد تتسم بعد مقارنتها بالدورة الضاربة بهبوط قليل في الإمكانية الأوكسجينية والعودة السريعة إلى القيم الأولية سواء كان ذلك في مرحلة الإعداد أو ما قبل المباريات، واستناداً لذلك يجب الأخذ بنظر الاعتبار أن الدورة الأسبوعية الصغيرة التأرجحية تعتبر مقارنة مع الدورة الضاربة أقل جهداً.

إن الدائرة الصغيرة التأرجحية بوحدتين تدريبيتين في اليوم تسبب أقل تغيرًا للمؤشرات الوظيفية للتنفس الخارجي والثبات الوظيفي إزاء عدم كفاية الأوكسجين، ولقيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين ولحالة الجهاز العضلي والعصبي وللثوابت المورفولوجية للدم، في فترة ما قبل المباريات وبحجم سباحة يساوي (٤٧,٤٠٠ كم) وبشدة من (٦٢٪-٩٢٪) من

السرعة القصوى أقل من التغيرات التي تسببها الدائرة التدريبية الصغيرة لوحدة تدريبية واحدة في اليوم وبحجم أقل (٣٨,٢ كم) في المؤشرات المناظرة المشار إليها.

إن استعادة المؤشرات التي تمت دراستها حدثت بعد مضي فترة زمنية مقدارها (١٢-٢٢) ساعة «كودلين»..

وهكذا فإن تنفيذ وحدتين تدريبيتين في اليوم من شأنه أن يخلف ظروفًا لزيادة التغيرات الإيجابية للأحمال التدريبية.

ودراسة مقارنة أخرى لتحليل دائرتين صغيرتين إحداهما بزيادة تدريجية للحمل التدريبي (تصاعدية) والأخرى بهبوط تدريجي للحمل التدريبي (تنازلية)، أظهرت اختلافات جوهرية، فالدائرة التصاعدية بحجم مقداره (٣٩٠ كم) تؤدي إلى توتر كبير لأعضاء ومنظومات الجسم، منها وظيفة التنفس الخارجي، جهاز القلب الوعائي، الثبات الوظيفي إزاء النقص في كمية الأوكسجين، الجهاز العصبي العضلي للعضلات العاملة، الإنتاجية الهوائية واللاهوائية، وتحدث عمليات الاستعادة في الأعضاء والأنظمة الوظيفية المختلفة، بصورة غير منتظمة وغير متزامنة، حتى أنه في بعض المؤشرات (المكونات المورفولوجية للدم) فقد امتدت من يومين إلى ثلاثة أيام.

إن البيانات العملية والتي تم تنفيذها والنتائج النظرية التي توصل إليها الخبراء يمكن أن تساعد في طرح التعميم الشامل الآتي:

تؤدي التمارين إلى تغيرات جوهرية في وظيفة التنفس الخارجي، وتزداد عملية هبوط كمية الأوكسجين بصورة سريعة،كما تنخفض الحدود المحتملة لهبوط أكسجة الدم وتزداد مرحلة تعويض نقص كمية الأوكسجين في الأنسجة.

ويحدث هبوط للإنتاجية اللاأوكسجينية والأوكسجينية مباشرة بعد الوحدات التدريبية، ويبرز ذلك من خلال انخفاض كمية الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين والدين الأوكسجيني الأقصى.

كما إن استعادة مواصفات التنفس الخارجي التي يتم بحثها والاستجابة التكيفية وهبوط كمية الأوكسجين والإنتاجية الأوكسجينية و اللاأوكسجينية في المراحل المتأخرة لاستعادة الشفاء بعد الوحدات التدريبية تحدث بصورة غير منتظمة حيث أن أكثر عمليات الاستعادة إثارة تحدث في الساعات العشر الأولى بعد عملية التدريب، أما في المراحل اللاحقة لذلك من عملية استعادة الشفاء وبعد مضي (١٦-٢٠ ساعة) فإن عملية الاستعادة تحدث ببطء.

تتصف ديناميكية كفاءة الأداء العضلية بعد وحدات تدريبية بالسباحة بطبيعة طورية، وتجدر الإشارة إلى ملاحظة كفاءة الأداء بطور منخفض وطور أولى وطور متصاعد وقد

وضعت بين مؤشرات تبادل الطاقة ووظيفة التنفس والتكيف إزاء نقص كمية أوكسجين الأنسجة، وتغيير كفاءة الأداء علاقة محدودة، وقد أثرت بعد مضي (١٠-١٦-٢٠ ساعة) الوحدات التدريبية والدورات الصغيرة التي تم بحثها سواء كانت دورات ذات قمة واحدة أو قمتين استعادة وظيفة التنفس الخارجي ومؤشرات هبوط كمية الأوكسجين في الأنسجة والإنتاجية الأوكسجينية و اللاأوكسجينية بنسبة (٩٠-٩٥٪).

تؤدي زيادة عدد الوحدات التدريبية إلى تغيرات أكبر في التنفس الخارجي وانخفاض كبير في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين مباشرة بعد الوحدة التدريبية كما أنها تؤدي إلى استعادة بطيئة للتنفس الخارجي، والإنتاجية الأوكسجينية للجسم في المراحل اللاحقة بعد مضي (١٦-٢٠ ساعة) في مرحلة الإعداد ومرحلة ما قبل المباريات.

ونتيجة لتصاعد القابلية التدريبية للجسم في مرحلة ما قبل المباريات فإنها تؤثر تأثيرًا ملحوظًا لتغيير التنفس الخارجي بعد وحدة تدريبية واحدة ووحدتين وثلاث وحدات، كما تنخفض أيضًا الفترة الكلية لاستعادة الشفاء، أما قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين فتتحدد بشكل أدق بعد الوحدة التدريبية وفي خلال عشر ساعات، ١٦ ساعة لمرحلة استعادة الشفاء.

إن الدورة الأسبوعية التأرجحية تعتبر مقارنة بالدورة الصغيرة الضاربة أقل جهدًا وتتسم بأقل انخفاض للإمكانية الأوكسجينية للجسم والعودة السريعة للقيم الأولية، ويلاحظ هذا في مرحلة الإعداد وفي مرحلة ما قبل المباريات وعلى مدار السنة التدريبية.

إن التدريب الضارب لوحدتين في اليوم يسبب تغيرات كبيرة في الأعضاء والأنظمة الوظيفية المختلفة ويطيل فترة الاستعادة مقارنة بالتدريب الضارب لوحدة واحدة في اليوم، وتعتبر الدورة الضاربة لوحدتين في اليوم أقل إجهادًا للجسم من الدورة المناظرة (التأرجحية) بوحدة واحدة في اليوم وبحمل تدريبي أقل وبشدة واحدة.

وتؤثر الدورات ذات التدريجية (التصاعدية) في الأحمال البدنية، تأثيرًا شديدًا على الجسم مقارنة بدورات صغيرة مناظرة لها بالحجم أو الشدة ولكن بأحمال بدنية (تنازلية) في نهاية الدورة التدريبية.

الدراجات ـ الطرق الخارجية

ترتبط سباقات الدراجات للمسافات البعيدة بنشاط دور متوتر بحمل تدريبي معتدل وكبير، إضافة لذلك تغيير تضاريس المنطقة وضرورة أداء بعض المسافات من طرق السباق بسرعة قصوى وأقل من القصوى. وعليه يمكن اعتبار هذا النوع من الرياضة متميزًا بطبيعة ذات شدة متغيرة، وتتسم الأحمال التدريبية في رياضة الدراجات بأنها ذات حجم كبير وشدة

عالية، فمثلًا إن حجم التنفس خلال دقيقة واحدة يمكن أن يصل إلى (١٥٠-٢٠٠) لتر وإن استهلاك الأوكسجين يصل إلى (٥) ألتار فأكثر.

ويورد الباحث (م. أ. أرينكوف) البيانات الآتية لقيمة استهلاك الأوكسجين أثناء اجتياز مسافات انفرادية من مسافة السباق تبلغ كمية الأوكسجين المستهلك عندما تكون السرعة ٣٠ كم في الساعة (٣,٣٠ لتر) في الدقيقة ولسرعة ٤٠ كم في الساعة (٤,٥٤ لتر) في الدقيقة، ولسرعة ٥٠ كم في الساعة (٥,٣٥ لتر) في الدقيقة.

إن استهلاك الطاقة أثناء الوحدات التدريبية والسباقات تكون كبيرة، فأثناء السباق لمسافة (٥٠ كم) و (١٠٠ كم) يبلغ الاستهلاك الكلي للطاقة (١١٠٠ كيلو كالورى)، (٢٣٠٠ كيلو كالورى) على التوالي.

وتتطلب سباقات الدراجات للمسافات البعيدة إمكانيات عالية للإنتاج الأوكسجيني واللاأوكسجيني وتكمن قدرة الرياضيين من ذوي المستوى العالي في أن يحافظوا ولفترة على سرعة استهلاك الأوكسجين بمستوي ٩٠-٩٥٪ من القيمة القصوى، أما قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بمستوي متسابقي الدراجات من الرجال ذوي الكفاءة غير العالية فإنها تتراوح بين (٣,٥-٣,٨ لتر) في الدقيقة أي ٥٢-٥٤ مليلتر/كجم في الدقيقة، كما تتراوح هذه القيمة عند النساء (٢,٤-٢,٧ لتر) في الدقيقة أي ٤٠-٤٣ مليلتر /كجم في الدقيقة، أما قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين لمتسابقي الدراجات من ذوي المستوى المتوسط، فإنها تكون عند الرجال (٤,٨-٥,٠ لتر) في الدقيقة أي ٦٦-٧٠ مليلتر /كجم في الدقيقة، وعند النساء (٣,٢-٣,٤ لتر) في الدقيقة.

إن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في أوقات مختلفة من التدريب السنوي، تكون مختلفة حيث تكون أصغر إنتاجية أوكسجينية أثناء الفترة الانتقالية، وتساوي ٤٩ مليلتر/ كجم / دقيقة، أما أثناء فترة الإعداد فإن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين تتزايد تدريجيًا حتى تصل كمية مقدارها ٦٤ مليلتر/ كجم / دقيقة قبل بداية السباق، أما في فترة المنافسات فقد اتسمت بأكبر المؤشرات حيث بلغت القيمة كمية مقدارها (٨١,٣ مليلتر/ كجم / دقيقة) (ف. ف. فاسيلوفا وآخرون).

إن استهلاك الطاقة الكبير وإمكانية الأجهزة الوظيفية يحددان طول فترة الاستعادة التي تعقب الوحدات التدريبية، وتوجد بيانات تشير إلى أن زمن عودة النبض إلى القيمة الأولية يمكن أن يصل إلى (٤٢ ساعة) أما عودة الضغط الشرياني إلى قيمته الأولية بفترة من (٣-٤ أيام) حسب بيانات «بوليشوك». أما بيانات «غوركن وآخرون» فتشير إلى أن الاستعادة الكاملة للتركيب المورفولوجي للدم يحصل قبل فترة لا تقل عن (٥-٧ أيام) بعد حمل تدريبي كبير.

بالإضافة إلى ما تقدم فقد أشرت حالات ظهرت فيها فترة الاستعادة أقصر طولًا، ولقد ثبت أن كمية حامض اللبنيك في الدم مباشرة بعد وحدات شديدة تزايدت لغاية (٤٨,٢) ملجم ٪.

وبعد مضي فترة ١٢ ساعة و ٢٠ ساعة تقترب مؤشرات الدم المبحوثة من القيم الأولية وتتناسب مع الثوابت الفسلجية للهدوء النسبي، فمثلًا بعد مضي ١٢ ساعة على الوحدة التدريبية الشديدة ستساوي كمية حامض اللبنيك (١٢,٣) ملجم ٪ وكمية السكر في الدم (٨٥) ملجم ٪ عند متسابقي الدراجات.

إن بيانات مماثلة كان قد تم التوصل إليها عند دراسة الدم المحيطي والتي شملت كمية كريات الدم البيض والحمر والهيموجلوبين والأشكال المتعلقة بالكريات البيض ومؤشرات الدم الملونة، حيث لوحظ عند الرياضيين الخاضعين للبحث مباشرة بعد تنفيذ وحدات تدريبية شديدة تغيرات جوهرية للعوامل المشار إليها في الدم المحيطي، ولكن بعد فترة ١٢ ساعة اقتربت مواصفات الدم من القيمة الأولية. «فولكوف وآخرون».

وساعدت الدراسات المشار إليها في إظهار فاعلية وحدة تدريبية واحدة في اليوم ثم وحدتين وثلاث وحدات في اليوم ومدي تأثيرها.

لقد كانت الأحمال التدريبية بالشكل التالي أثناء فترة الإعداد.. كانت عملية التدريب الأولى تضم مسافة طولها (٧٠ كم) وبتردد منتظم وشدة تراوحت بين ٦٥-٧٠٪ من القيمة القصوى (٣-٣,٥ وحدة). أما عملية التدريب الثانية فضمت مسافة طولها (٧٠ كم)+(٧٠ كم) بتردد منتظم وشدة ٦٥-٧٠٪ من القيمة القصوى (٣-٣,٥ وحدة)، وضمت عملية التدريب مسافة (٧٠ كم+٩٠ كم+٥٠ كم) بتردد منتظم وشدة ٦٥-٧٠٪ (٣-٥٣,٥ وحدة).

أما عمليتا التدريب في اليوم الواحد (وحدتين تدريبيتين) فقد ضمت مسافة (٧٠ كم) صباحًا و (٥٠ كم) مساء وبشدة ٦٥-٧٠٪ من القيمة القصوى، أما في فترة ما قبل المنافسات فقد ضمت عملية التدريب الأولى مسافة (٧٠ كم) بشدة متغيرة منها (٥ كم) بسرعة ٣٨-٤٥ كم / ساعة ثم (٥ كم) أخرى بسرعة ٢٥-٣٠ كم / ساعة وهكذا ثم (٣٥ كم) الأخرى المتبقية بسرعة دون القصوى وضمت عملية التدريب الثانية مسافة (٧٠ كم +٧٠ كم) بشدة متغيرة ٤×٣٥ كم / بسرعة ٢٨-٣٠ كم / ساعة، أما العملية التدريبية الثالثة فقد ضمت (٧٠ كم+٩٠ كم+ ٥٠ كم) منها ٧٠ كم بشدة منتظمة، و٩٠ كم بشدة متغيرة، ٥٠ كم بسرعة ٣٨-٤٠ كم / ساعة.

أما عمليتا التدريب في اليوم فقد ضمت (٧٠ كم) صباحًا بسرعة ٢٨-٣٠ كم / ساعة و(٣٥ كم) مساء بسرعة ٣٨-٤٠ كم / ساعة.

ومن خلال تحليل النتائج لفترة الإعداد ومباشرة بعد انتهاء التدريب لوحظ انخفاض جوهري في قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، وبعد مضي (٦) ساعات، (١٢) ساعة تزايدت قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بصورة ملحوظة بلغت بعد (٦) ساعات (٨٩,٩٪) وبعد ١٢ ساعة بلغت ٩٧,٣٪ من مستوى القيم الأولية، أما بعد عمليتي التدريب في اليوم (وحدتين تدريبيتين) وبالأخص عملية التدريب الثالثة (٧٠ كم+ ٩٠ كم+ ٥٠ كم) فإن الإنتاج الأوكسجيني انخفض بدرجة كبيرة، أما استعادة قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين في المراحل المبحوثة من الاستعادة فقد عمقت قدرة الوظائف التي من شأنها أن تؤمن الحاجة المناسبة من الأوكسجين، لقد اتسمت عمليتا التدريب في اليوم بتغيير قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين التي تناسبت مع البيانات التي تم الحصول عليها بعد العملية الثانية (٧٠ كم+٧٠ كم) ولكن حتى في هذه الحالة كانت الإنتاجية الأوكسجينية بعد مضي (٦) ساعات و(١٢) ساعة بعد انتهاء التدريب تساوي على التوالي (٨٤,١٪) و (٨٧,٦٪) من القيم الأولية، أما في مرحلة ما قبل المنافسات فعلى الرغم من استخدام حمل تدريبي كبير فإن انخفاض قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بعد عملية التدريب الأولى (٧٠ كم) وعملية التدريب الثانية (٧٠ كم+٧٠ كم) والثالثة (٧٠ كم+٩٠ كم+٥٠ كم) لم يلاحظ.

ولكن أعطت مؤشرًا أكثر اكتمالًا في المراحل التي تم بحثها في النتيجة (٦ ساعات، ١٢ ساعة)، كما أن عمليتي التدريب في اليوم (وحدتين تدريبيتين) تتطلب أقل انخفاض في الإنتاجية الأوكسجينية واستعادة أكثر سرعة مقارنة ببيانات متناظرة في مرحلة الإعداد، وبعد مضي ١٢ ساعة من الاستراحة فإن قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين يتم استعادتها بنسبة ٥٩٤,٥٪ الأمر الذي يؤكد صحة هذا الشكل في تنظيم الوحدات التدريبية.

جدول رقم (٧)
ديناميكية الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين
في مراحل مختلفة من استعادة الشفاء في مرحلتين- الإعداد وقبل المباريات

عدد الوحدات	الحمل الأول	الحمل الثاني	المؤشـــــــرات	
			الحمل الثالث	وحدتين في اليوم
الإعداد				
البيانات الأولية	٣,٣٣	٣,٤٢	٣,٥١	٣,٤٠
بعد التدريب	٢,٢٨	٢,٢١	٢,١٩	٢,١٦
بعد مضي ٦ ساعات	٢,٩٩	٢,٨٦	٢,٩١	٢,٨٦
بعد مضي ١٢ ساعة	٣,٤٤	٣,١٦	٣,٠٥	٢,٩٧
قبل المباريات				
البيانات الأولية	٣,٥٣	٣,٥٠	٣,٤٩	٣,٤٥
بعد التدريب	٢,٥٣	٢,٤١	٢,٣١	٢,٥١
بعد مضي ٦ ساعات	٣,٢٩	٣,١١	٣,١٠	٣,١٨
بعد مضي ١٢ ساعة	٣,٣٨	٣,٢٠	٣,٢٠	٣,٢٤

وهكذا، إذًا فبزيادة العملية التدريبية يحدث اكتمال للنظام الأوكسجيني في الجسم وهذا بدوره يؤمن انخفاضًا على مستوى عال من التبادل الأوكسجيني بعد التدريب مباشرة في مرحلة الإعداد.

رفـع الأثقـــال

تظهر في هذا النوع من الرياضة آثار مختلفة في التركيب المورفولوجي للرياضيين، إن القوة المتحركة والثابتة عند رفع ثقل وتثبيته تتطلب مستلزمات عالية لقوة العضلات وتحملها الثابت، فعند تنفيذ حمل تدريبي كبير، يرفع الرباع خلال وحدة تدريبية واحدة ثقلًا يعتمد على مقدار وزنه ويتراوح بين ٨ طن إلى ٢٠ طن.

إن قيمة الحمل في رفع الأثقال تتحدد بدرجة أساسية بالزمن اللازم لاستعادة الشفاء للجهاز العصبي العضلي بعد الوحدات التدريبية الشديدة والسباقات وحسب بعض البيانات (غوركي) فإن قوة العضلات تستعاد من خلال فترة (من ٤٨-٧٢ ساعة فأكثر).

إن دراسة تأثير الحمل التدريبي على الجسم في ظروف مختبرية تتناسب مع حمل الرباع، أظهرت بعد ٢٤ ساعة استعادة كفاءة الأداء بنسبة ٨٧,٥٪ وتستعاد بشكل كامل بعد (٤٨ ساعة)، إن العودة إلى القوة الأولية والتخلص من التعب ينتهي بعد ٢٤ ساعة، أما الجهاز العصبي العضلي بعد ٤٨ ساعة.

تقترن خصوصية تمارين رفع الأثقال بحمل تدريبي غير متساو للمجاميع العضلية المختلفة، لذا فمن المهم خلق التصور للحالة الوظيفية العضلية المنفردة في مراحل متأخرة من الاستعادة، وإن هذا لا يساعد فقط على تقويم طبيعة التفاعلات العضلية الناتجة عن التدريب لأجزاء مختلفة للجهاز الحركي وإنما إيجاد مدي استعداد العضلات الانفرادية لإعادة التدريب أيضًا.

لقد تحدد أنه اعتمادًا على قيمة الحمل يلاحظ انخفاض غير متساوٍ لقوة العضلات ومقاومتها الثابتة.

إن الحمل التدريبي المتوسط لوزن دون (٦٠ كجم) يساوي حجم الحمل (٤ طن) وفي وزن دون (٧٥ كجم) يساوي حجم الحمل (٦ طن) وفي وزن (٩٠ كجم) يساوي (٨ طن) وفي وزن (١١٠ كجم) يساوي (٩ طن) وعند رياضيي المستويات العليا تنخفض قوة السباق وقوة الساعد والجذع والعضلات القابضة في الأقدام وقوة الأيدي.

وقد لوحظ استعادة الشفاء كاملًا بعد مضي ١٢-١٦ ساعة وانخفاض التحمل الثابت لمجموعة كبيرة من العضلات واستقامة الجسم والساقين بدرجة أكبر من المجموعات العضلية الصغيرة، واستقامة الساعد والأيدي.

إن الحمل التدريبي الكبير في وزن دون (٦٠ كجم) يساوي (٨ طن) ووزن دون (٧٥ كجم) يساوي (١٠ طن) ووزن دون (٩٠ كجم) يساوي (١٦ طن) ووزن دون (١١٠ كجم) يساوي (١٨ طن) حيث اتسمت قوة العضلات المبحوثة والتحمل الثابت بانخفاض كبير مقارنة مع الحمل المتوسط، وكانت الاستراحة التي استمرت ١٦ إلى ١٧ ساعة كافية لاستعادة المجموعات العضلية الصغيرة قواها، أما المجموعات الكبيرة فإن فترة الاستعادة بعد ٢٤ إلى ٢٨ ساعة، كما أن تكيف المجموعات العضلية الرئيسية للمقاومة الثابتة تحدث بصورة أبطأ من المجموعات العضلية الصغيرة.

وتساعد هذه البيانات في فهم لماذا لا ينفذ عدد من الرياضيين قبل (٧-١٠ أيام) من السباقات حملًا تدريبيًا يسبب إجهادًا كبيرًا لمجاميع كبيرة من العضلات، مثل حمل الثقل من وضع الجلوس، غير أنه في الوقت نفسه يستخدم الرباعون تمارين خاصة بصورة كبيرة.

أظهرت دراسات ديناميكية لاستعاد الشفاء لقوة العضلات، أن تسرع استعادة لقوة العضلات تحدث بعد (٧,٥ ساعة) بعد الحمل، وقوة استقامة الجذع تتزايد خلال هذه الفترة من (١٧٥,٣ كجم - ١٨٧,٥ كجم) بنسبة ٥١٪ وفي المراحل اللاحقة من (٧,٥-١٥ ساعة) بعد الحمل تتزايد قوة العضلات بمقدار ٣٦٪ وبعد (١٥-٢٠ ساعة) بعد الحمل تتزايد بمقدار ١٢٪ أي أصبحت النسبة المئوية للاستعادة تقريبًا ١٠٠٪ بعد مضي ١٥-٢٠ ساعة، إن مثل هذه المؤشرات غير المنتظمة للاستعادة ينبغي أخذها بالحسبان عند تقويم درجة استعداد الرياضي لتكرار العمل العضلي، ويتدرب الرباعون في الوقت الحاضر مرتين، وتفصل بين الوحدات فترات استراحة (٦-٨ ساعات) وتنظم هذه الوحدات بحيث يكون الحجم الإجمالي للعمل كبيرًا مقارنة مع حجم الحمل الذي ينفذ بحمل كبير بوحدة تدريبية واحدة.

أظهرت الدراسات أن قوة العضلات وطول فترة الاستعادة تغيرت مباشرة بعد الوحدة التدريبية الثانية إلى المستوى الذي لوحظت فيه بعد الحمل التدريبي كبيرة بعد وحدة تدريبية واحدة، إن الاستعادة الكاملة لقوة استقامة الجذع والساق والعضلة القابضة للقدم لوحظت بعد (٢٠-٢٥ ساعة)، وقوة استقامة الساعد فقط لوحظت بعد مضي (١٢-١٣ ساعة)، وتساعد هذه البيانات في التنبؤ وتقويم تأثيرات التدريب على جسم الرياضي عند إعطاء أحمال تدريبية صغيرة موزعة على وحدتين تدريبيتين مقارنة بتأثير وحدة تدريبية واحدة ولكن بحجم كبير.

وتساعد البيانات في وضع التعميمات الآتية:

١- تسبب الوحدات التدريبية في رفع الأثقال تغيرات جوهرية في الوظيفة الحركية فيلاحظ انخفاض قوة العضلات بشكل غير متساوٍ، حيث أن استعادة الشفاء للمجاميع العضلية المختلفة تحدث في أوقات مختلفة، ففي المجاميع العضلية الكبيرة تحدث بشكل أسرع من المجاميع العضلية الصغيرة.

٢- بعد حمل معتدل أو كبير تحدث استعادة قوة المجاميع الكبيرة بعد (١٢-١٦ ساعة) والتحمل الثابت (٢٤-٢٨ ساعة).

٣- إن تنفيذ وحدتين تدريبيتين في اليوم تفصل بينهما استراحة لفترة (٦-٨ ساعة) تكون أقل إجهادًا من تدريب وحدة واحدة بحمل تدريبي كبير ويساعد هذا في تقديم توصية للرياضيين من أجل تقسيم الحمل إلى أجزاء صغيرة.

الجمناستيك الرياضي - الأجهزة

تسبب الوحدات التدريبية في فعالية الجمناستيك تغيرات جوهرية في مختلف مؤشرات تبادل الطاقة ومنها جهاز القلب الوعائي ونظام التنفس الخارجي والجهاز العصبي العضلي، فعند تنفيذ لاعب الجمناستيك التمارين يمكن ملاحظة تذبذب واسع في الوظائف، فمثلًا قيمة استهلاك الأوكسجين يمكن أن تتغير ضمن حدود ٣٩٣-٣٠٢٠ مليلتر / دقيقة، ومع زيادة المستوى الرياضي تزداد القيمة المطلقة لصرف الطاقة (بلوخين).

إن الحمل التدريبي الكبير يتكون من (٢٨٠-٣١٠) عنصر لتمارين الجمناستيك تؤدي خلال (٢-٥ ساعة) والتي تؤدي إلى هبوط كبير للحالة الوظيفية للجهاز العصبي المركزي.

تعتبر مباريات الجمناستيك ذات الحركات المتعددة أقل حملًا من الأحمال التدريبية الكبيرة، من حيث حجم التمارين المنفذة والتغيرات الوظيفية الحاصلة في جسم الرياضي، كما أن فترة الاستعادة بعد المباريات تكون أكثر قصرًا مما هي عليه عند استخدام حمل تدريبي كبير (غوركين).

بعد تنفيذ حمل تدريب كبير من ٢٥٠-٣٢٠ من عناصر تمارين الجمناستيك تنخفض قوة العضلات استقامة الجذع والكتف والحوض والساق والعضلة القابضة للقدم وعضلات الكتف (المقربة والمبعدة) والتي تتميز بأهمية كبرى أثناء التدريب على أجهزة الجمناستيك.

إن الانخفاض الكبير لقوة العضلات تتميز به بشكل خاص عضلات استقامة الجذع بنسبة (١٥٪) والكتف بنسبة (١٣٪) والعضلات المبعدة للكتف بنسبة (٦١٪)..

إن العضلات القوية تتميز باستقامة سريعة للشفاء خلال الساعات الأربع الأولى من استعادة الشفاء وبعد مضي (١٤-٢٤ ساعة) نلاحظ زيادة واضحة لقوة مجاميع عضلية انفرادية تفوق القيمة الأولية، إن القوة للمجاميع الصغيرة تستعاد بشكل أسرع من الكبيرة، أظهرت الدراسات أن صرف الطاقة في الجسم يزداد عند تنفيذ اختبار قياسي (٢٠ حركة على الحصان خلال ٦٠-٦٥ ثانية) بعد وحدة تدريبية (٢٣٠-٣٢٠ عنصرًا)، إن أكبر تغيرات وظيفية حدثت بعد ٢-٥ ساعة بعد التدريب وبعد مرور ١٢ ساعة بعد حدوث هبوط في صرف الطاقة، وتمتد فترة استعادة الطاقة المصروفة بعد دائرة تدريبية صغيرة إلى يومين، إن زيادة مستوى استهلاك الأوكسجين ترتبط ليس فقط بتعويض مصادر الطاقة المصروفة أثناء التدريب أيضًا بتقوية عمليات الأكسدة والاستعادة اللازمة للتخليق البيولوجي اعتمادًا على ظهور العامل التراكمي للوحدات التدريبية (تجميع الآثار التدريبية) وتحدث استعادة الطاقة المصروفة عند لاعب الجمناستيك من المستوى العالي بصورة أسرع من المستوى الأقل (سمولياكوف).



الجمناستيك الفني

تتميز تمارين الجمناستيك الفني بالكثافة الشديدة وانعدام الأوضاع الحركية الثابتة وبالعمل المتميز بالسرعة والقوة العالية وتتسم لاعبات الجمناستيك بالمؤشرات العالية لكفاءة الأداء البدنية فمثلًا تبلغ قيمة PWC170 عند لاعبات المستوى العالي من الفئة العمرية (١٨ - ٢٢ سنة) ٧٩٧ كجم. ق / دق ، وعند حساب ذلك لكل كجم واحد من وزن الجسم فإن القيمة ستصبح مساوية ١٤ كجم . ق / دق ، ويلاحظ انخفاض هذه النسبة عند الرياضيات من الدرجة الأولى والثانية ٦٣٠ كجم. ق / دق ، و١٣,١ كجم . ق/ دق ، لقد سجلت مؤشرات عالية لعدد ضربات القلب في الوحدات التدريبية من ١٨٠ - ١٩٢ ضربة / دقيقة وفي المباريات ، وبعد ٢٠ - ٣٠ ثانية من بدء تنفيذ الحركات يزداد النبض ليصبح ١٨٠- ١٨٦ ضربة دقيقة ، إن أسرع ضربات للقلب قد سجلت في الوحدات التدريبية بعد تنفيذ الوحدات الإلزامية مع الشريط ، أما أبطأ ضربات القلب فكانت في تنفيذ التمارين بدون أداة، ويعزي ذلك إلى كثافة التمارين المصحوبة بالشريط (٠,٥٩ عنصر في دقيقة واحدة) أما بدون أداة (٠,٣٩ / دقيقة واحدة) إن قيمة استهلاك الأوكسجين أثناء تنفيذ التمارين الإلزامية بدون أداة وكذلك الدين الأوكسجيني يتجاوزان القيمة المناظرة في فعالية المبارزة والجمناستيك (بلوخين).

عند تنفيذ التمارين الخاصة تتخذ الإمكانية الأوكسجينية واللاأوكسيجينية لتأمين الطاقة للجسم أهمية كبيرة، وتكون نسبة مصادر الطاقة الأوكسجينية ٥١٪ واللاأوكسجينية ٤٩٪ منها ١٨٪ غير لاكتيكي ٣١٪ لاكتيكي. وتحدد أنه بعد التدريب (٢٠٠-٢١٠ عنصر) تحدث زيادة في صرفيات الطاقة عند تنفيذ التمارين الإلزامية بدون أداة بنسبة ٤٠٪ للمستويات العليا، وبعد مضي ١٢ ساعة على التدريب ينفذ الرياضي التمارين الإلزامية بنفس تردد التنفس، وعدد ضربات القلب، ولكن قيمة استهلاك الأوكسجين تزايدت بعض الشيء، وفي الفترة المحصورة بين (١٣-٢٤ ساعة) بعد التدريب لوحظت جميع المؤشرات إلى القيم الأولية، ولابد من الإشارة هنا أن الطاقة المصروفة عند لاعبات الجمناستيك (الأجهزة) بعد تدريبات مماثلة . بعد تنفيذ تمارين اختبارية . كانت متضاعفة خلال ٢٤ ساعة من الاستعادة.

وبعد التدريب الذي بدأ بعد مضي ٢٤ ساعة لوحظت تغيرات مماثلة كما هو الحال بعد التدريب الأول، وعند تنفيذ تمرين قياسي سجلت متغيرات كبيرة على مستوى ثلاث عمليات تدريب وتضاعف مستوى استهلاك الأوكسجين بنسبة ٩٣٪، أما في المراحل اللاحقة من الاستعادة بعد (١٢-١٣ ساعة) فإن مثل هذه العودة السريعة لم تلاحظ للمؤشرات المبحوثة كالتي أشرت بعد مضي وحدة واحدة وبعد وحدتين، وبعد فترة

٢٤ ساعة أصبحت قيمة الأوكسجين المستهلك أكبر قليلًا مما هي عليه قبل التدريب، ولابد من الإشارة إلى أن زيادة مستوى استهلاك الأوكسجين عند اللاعبات يرتبط بدرجة كبيرة بمستوى إمكانية الجهاز التنفسي، وقد أظهرت النتائج أنه عند تنفيذ وحدتين تدريبيتين في اليوم وعند استخدام ٤٠٠-٤٥٠ عنصر من التمارين الجمناستيكية وباستراحة لمدة ٦ ساعات بين الوحدتين تحدث في الجسم تغيرات كبيرة، ونفذت الوحدة التدريبية الثانية في اليوم عند نهاية الاستعادة غير الكاملة لتسبب تغيرات كبيرة للعوامل التي تجري دراستها مقارنة بالوحدة الأولى بحيث كانت التغيرات قد أشرت بعد اليوم الأول من الدائرة، أما في الأيام اللاحقة فإن مثل هذه التغيرات لم تؤشر.

إن العلاقة المثالية والمتبادلة بين الحجم والشدة في مرحلة الاستعادة غير الكاملة تشكل فيما يبدو ظروفًا في الجسم تساعد في استيعاب إيقاع الوحدات التدريبية الشديدة، وتؤكد النتائج أن قوة بعض المجاميع العضلية الانفرادية في جمناستيك الأجهزة لا تتجه نحو مستوى القيم الأولية بوقت واحد، إذ يلاحظ أن أكثر نشاط الاستعادة لقوة العضلات يكون في الساعات الأولى من استعادة الشفاء، وهكذا تساعد الدراسات في التوصل إلى الاستنتاجات التالية:

١- إن تمارين الجمناستيك الفني تصاحبها تغيرات أكثر جوهرية لجهاز القلب الوعائي والمنظومات التنفسية مقارنة بالجمناستيك للأجهزة.

٢- يلاحظ بعد تمارين الجمناستيك الفني مباشرة زيادة في قيمة استهلاك الطاقة وتصبح هذه التغيرات أشد بعد ثلاث عمليات تدريب في اليوم أثناء وحدات الجمناستيك الفني، وتحدث استعادة الطاقة المصروفة بصورة أسرع مما هو عليه في الجمناستيك (الأجهزة).

المبـــارزة

تنتمي فعالية المبارزة إلى الفعاليات القصيرة المتغيرة ذات الطبيعة اللادورية وتتطلب هذه الفعالية الاستجابة الآنية إزاء فعالية الخصم والسرعة العالية في الحركة، وامتلاك الوسائل الدفاعية والهجومية وتشكل قيمة الطاقة المستهلكة لوحدة تدريبية واحدة ٩٠٠-١٢٠٠ كيلو سعر، وأكبر كمية للطاقة المصروفة في هذه الفعالية يمكن ملاحظتها في حالة الهجوم حيث تبلغ (١٧٥-٤٤٠ سعر) وأقل كمية تلاحظ عند التحرك (٧٧-١٢٣ سعر)، ومن الممكن أن يصل حجم التنفس في الدقيقة الواحدة خلال الوحدات التدريبية والمباريات عند المبارزين (٨٠ - ٩٠ لتر) كما تتذبذب قيمة تردد التنفس أثناء المباريات بصورة كبيرة ويصل إلى (٤٠) دورة تنفسية.

إن خصوصية المنازلة في المبارزة، التنفس غير المنتظم، لذلك فإن تنفس المبارز غير منتظم ويصاحب بحبس جزئي للتنفس أو بزفير سريع كما في الطعن، أي أن هذا يحدث في ظروف هبوط التنفس، ويتطلب هذا مستلزمات محددة للإنتاجية اللاأوكسجينية، وعند تقويم تأثير الأحمال التدريبية وأحمال المباريات على جسم المبارز فمن المهم إجراء دراسات على رعشة اليد، فمن المعلوم أن رعشة اليد ينظر إليها كمؤشر مهم في تنسيق الحركة، وتوجد بيانات حول تغيير الرعشة تحت تأثير الوحدة التدريبية وكذلك أثناء الأحمال التدريبية، ويؤشر (نوفيكوف) زيادة سعة تذبذب الرعشة خلال سير الأحمال التدريبية والمنافسات.

إن تردد الرعشة عند المبارزين يتغير تحت تأثير الوحدة التدريبية فتردد الرعشة كان (٣٨٠) في الدقيقة قبل الوحدة التدريبية، أما بعد انتهائها أصبح (٣٨٠) ذبذبة، وفي المرحلة اللاحقة للاستعادة أي بعد مضي ساعتين لوحظ هبوط تردد الرعشة إلى (٣٤٤)، وفي صباح اليوم الثاني أي بعد مضي (١٤) ساعة على التدريب انخفضت الرعشة إلى مستوى القيم الأولية، وينظر إلى الرعشة كظاهرة فسلجية إيجابية وحسب اعتقاد عدد من الباحثين فإنه من خلالها يحدث تغير أنظمة العمل، الأمر الذي يساعد فيما يبدو لجعل كفاءة الأداء طويلة وفي هذا المجال فإن زيادة الرعشة بعد الوحدة التدريبية ينظر إليها كفاعلية تكيفية للجهاز الحركي.

وقد تم العثور على تغيرات مشابهة للرعشة عند تعزيز القوة والوثب، حيث أن ارتفاع القفز في المراحل التي تم بحثها شكل القيم الآتية ٦٠,٧ سم، ٦٣,٤ سم، ٦٦,٥ سم، والمؤشر الأول للقيم الأولية هو ٦٥,٩ سم، ومن المعلوم أن ارتفاع الوثبة يعتمد لحد ما على قوة العضلة، حيث أظهرت دراسة قوة ٦ مجموعات عضلية هي استقامة الجذع، استقامة الحوض والعضد والعضلات القابضة لليد... إلخ بيانات غير متجانسة، فقد تغيرت قوة استقامة الجذع والعضلات القابضة لليد مباشرة بعد التدريب، وفي المراحل اللاحقة من الاستعادة تغيرت بصورة طفيفة.

إن الوحدات التدريبية في المبارزة أظهرت بدرجة كبيرة تأثيرًا على القوة الانقباضية والانبساطية للحوض والعضد كما لوحظ مباشرة بعد عملية التدريب هبوط قوة هذه المجاميع العضلية (الجدول رقم ٨)، وبعد مضي (٢-٣ ساعة) وصلت قوة العضلات في حالات عديدة من قيمها الأولية قبل التدريب، وقد اتفقت قيم مؤشرات القوة لجميع العضلات مع قيم المستوى الأولى في المراحل اللاحقة من استعادة الشفاء (١٣-١٤ ساعة).

جدول رقم (٨)
قوة العضلات (كغم) قبل التدريب وبعد التدريب

مجموعة العضلات	البيانات الأولية	مراحل الاستعادة (ساعة)		
		٠ - ٠,٥	٢ - ٣	١٣ - ١٤
القابضة فى الحوض	٣٠,٤	٢٦,٤	٢٨,٠	٧١,٢
الانبساطية فى الحوض	٩٥,٢	٨٧,٢٥	٩١,٤	٩٥,٦
القابضة فى العضد	٢٠,٦	١٦,٨	١٨,٠	٢١,٤
الانبساطية فى العضد	٤٠,٠	٣٢,٢	٣٦,٨	٤٠,٤

كرة السلة

تتسم فعالية كرة السلة بالتغيرات الملحوظة والمستمرة للأجهزة الوظيفية والحركية، فمثلاً - يلاحظ عند لاعبى كرة السلة من الفئة العمرية (١٥- ١٦ سنة) يحدث خلال ساعة بعد التدريب ، وكذلك فى المراحل الانفرادية اللاحقة من استعادة الشفاء (٣- ١٢ساعة) مستوى عالٍ للتنفس الخارجى (العمق وحجم التنفس خلال دقيقة واحدة)، وكذلك استهلاك الأوكسجين مقارنة بالمستوى الأولى وخلال (١٢-١٤ ساعة) بعد التدريب تكون مؤشرات التنفس الخارجى واستهلاك الأوكسجين عادة متناسبة مع قيمتها الأولية بعد الوحدة التدريبية .

إن تنفيذ التدريبات الخاصة (الطبطبة) لفترة (٥) ثوانٍ بالارتفاع الأقصى ومن ثم ١٠ انطلاقات سريعة ، ثم يعاد التمرين مجدداً ، إضافة إلى ذلك فقد تم تسجيل الرعشة قبل التدريب وبعد انتهائه مباشرة ، ومن ثم بعد مضى ١٠ ساعات و٢٢ ساعة ، وكانت قيمة النبض بعد التمرين مباشرة ٨٣ ضربة فى الدقيقة ، علماً بأن القيمة الأولية هى ٦٦ ضربة فى الدقيقة .

وفى دراسة أخرى انخفضت قيمة النبض بعد تنفيذ تدريب منخفض ولفترة (٥) دقائق مباشرة إلى (٥٥) ضربة فى الدقيقة ، بعد أن كان (٥١) ضربة فى الدقيقة ، وتجاوزت قيمة ضربات القلب بعد ثلاث ساعات من تنفيذ التمارين المتخصصة البيانات الأولية ، فبعد مضى (٦) ساعات على انقضاء الوحدة التدريبية ، اقترب مؤشر ديناميكية القلب الذى خضع للبحث من القيم الأولية ، وهكذا فإن استعادة الشفاء بعد وحدات تدريبية شديدة للاعبى كرة السلة من ذوى المهارات العالية تستمر فى فترة من (٦-٩ ساعات) حسب المواصفات الوظيفية والآلية .



الكرة الطائرة

أجريت الدراسات المتعلقة بعمليات الاستعادة بعد وحدة تدريبية استغرقت ساعتين وبشدة متوسطة ، وسجل انخفاض مباشر بعد التدريب للإنتاجية الأوكسجينية ، فقيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين مثلاً انخفضت بنسبة ٩٪ ، كما انخفضت بدرجة طفيفة الإمكانية اللاأوكسجينية ، وانخفضت قيمة الدين الأوكسجينى بمقدار ٨٠٠ ملى على حساب الجزء غير اللاكتيكى للدين الأوكسجينى بالدرجة الأساسية ، وانخفضت فى الوقت نفسه كمية العمل الذى كان يمكن أن يقوم به لاعبو كرة الطائرة بحمل على جهاز مشابه للدراجة، وازداد الطلب على الأكسجين لكل كيلوجرام قوة من العمل ، وبعد مضى ١٠ ساعات على الوحدات التدريبية لوحظت استعادة كاملة للإنتاجية الأوكسحينية واللاأوكسجينية وكفاءة الأداء العضلية .

وهكذا .. وباستمرارية التغيرات الوظيفية وكفاءة الأداء وتبادل الطاقة حيث لوحظ استعادة كاملة للوظائف التى يتم بحثها بعد مضى (١٠-١٥ ساعة) فقط بعد انتهاء التدريب، وعليه فإن نتائج بيانات عمليتى تدريب فى اليوم لا تختلف كثيراً عن البيانات التى سجلت بعد تدريب كبير لمرة واحدة .

الفصل الرابع

طرق مضاعفة كفاءة الأداء

طرق مضاعفة كفاءة الاستراحة

على الرغم من التطور الرائع الذي حصل في الأرقام القياسية إلا أن الإمكانية البشرية لا تزال بعيدة جدًّا عن الاستنفاد، وتشير التنبؤات الرياضية الموثوقة (فولكوف) إلى الزيادة الملحوظة في المستقبل القريب في مستوى النتائج العالمية في جميع الأنواع الرياضية، وفي الفعاليات التي تتحدد بأرقام قياسية تتخذ الوسائل التي تعجل من استعادة الشفاء وتزيد من كفاءة الاستراحة أهمية كبري، وتساعد هذه الوسائل على زيادة حجم الأحمال التدريبية وتوسع سلسلة التمارين المستخدمة وتزيد من كفاءة الوحدة التدريبية.

وقد أعد بعض الباحثين منظومة خاصة في استخدام وسائل الاستعادة في الدائرة التدريبية الصغيرة، وقد اتضح أن استخدام هذه الوسائل أدى إلى زيادة الأحمال التدريبية المنفذة بمقدار ١٥ - ٣٥ ٪ عن الأحمال السابقة.

وعليه .. فإن كل عملية تدريبية لاحقة تبدأ في نهاية استعادة الشفاء لمعظم الوظائف المبحوثة ، وتنقسم الاستعادة إلى ثلاث مجاميع تعليمية (طبية . بيولوجية . عصبية).

ومن المعلوم أن الاكتمال الرياضي يفترض بناءً ملائمًا للعملية التدريبية مع الأخذ بعين الاعتبار العلاقة المتبادلة بين الحمل والراحة، لذلك فإن الوسائل التعليمية التربوية في تنظيم الاستراحة الكاملة ينبغي اعتبارها أساسية، والتخطيط الأمثل للأحمال التدريبية في الوحدة التدريبية الواحدة خلال سير الدائرة الصغيرة المثلى تؤمن أفضل تنظيم لعمليات استعادة الشفاء الكاملة، ومن المهم مراعاة مبدأ الانسجام بين قيمة الأحمال التدريبية وأحمال المباريات وبين الإمكانيات الوظيفية وحالة الرياضي، وفي هذه الحالة فإن الرقابة الطبية الدورية وتنظيم الأحمال التدريبية (الوسائل التربوية) في الاختبارات التي يجريها المدرب يمكن أن تشكل أهمية لا غني عنها لتقويم العملية التدريبية. وتحدد العلاقة بين الإعداد العام والخاص للرياضي والقدرة في استخدام الدائرة التدريبية المتخصصة

والدائرة التدريبية الاختبارية، وتثبيت أهميتها في التطبيق وفي الدورات الصغيرة المتباينة الأحمال والتي يكون فيها نظام الحمل أقل إجهادًا، وتستخدم وسائل الاستعادة (والتي تحظى باهتمام واسع .. كالوسائل الانتقائية والمؤثرات غير المباشرة). (ماتفيف).

وفي بعض الحالات في الدورات الصغيرة تضاف واجبات مخففة ويضاعف عدد أيام الاستراحة.

ويشير الكثير من رياضيي المستويات العليا إلى ضرورة تغيير أماكن الوحدات التدريبية وظروف تنفيذ التمارين، فمثلًا كان الرياضي (فورتكوف) عندما يستعد للدورات الأوليمبية، يمضي وقتًا طويلاً في التدريب في الغابة محاولاً المحافظة على نبضه بقيمة تتراوح من (١٤٠-١٦٠ ضربة في الدقيقة)، أما بطل الدورة الأوليمبية العشرين لمرتين في المسابقات الطويلة الرياضي (لاسي فيرن) فقد ذكر بأن الركض في الطرق وفي الأدغال وفي الغابات شكل نسبة مقدارها ٩٠٪ من مجموع تدريبه وقد أوصي (أوزولين) لاعبي الساحة والميدان بممارسة الألعاب الرياضية المختلفة والتدريب في الملاعب وغير ذلك ، إضافة لما يقوم به في الإعداد البدني التقليدي ينبغي إدخال عناصر الإعداد النفسي في هذه التمارين، الأمر الذي يساعد على استعادة أسرع للإمكانيات الوظيفية للجهاز العصبي المركزي، كما تلعب الظروف الخارجية التي تساعد في التدريب وفي المباريات دورًا ذا أهمية في مضاعفة كفاءة الاستراحة.

إن إكساء أرضية ملعب الساحة والميدان بمادة (الترتان) والبساط الجمناستيكي المرن ونعومة بعض السطوح لأجهزة الجمناستيك تخفف الحمل وتساعد في سرعة استعادة الشفاء، واتضح أن الإنارة الجيدة لأماكن التدريب والطلاء الملائم للجدران والأرضية للقاعات الرياضية والظروف المعيشية الملائمة هي الأخرى تلعب دورًا غير قليل في الاستراحة الكاملة، ويتخذ إتباع النظام الصارم اليومي (النوم، الطعام، العمل، الوحدات التدريبية) أهمية كبيرة.

واستنادًا إلى تصورات الباحث (أوزولين) فإن أكثر نشاط للعمليات البيولوجية، وأكبر كفاءة للأداء في معظم الحالات تكون في الساعات من ١٠-١٣ ومن الساعة ١٧-٢٠، واتضح أيضًا أن طبيعة التغيرات الدورية للوظيفة الحركية هي ذات نمط واحد طيلة فترة الأسبوع، ولوحظ أن الالتزام الصارم بنظام يومي جيد يؤمن الاستراحة في النهار وفي الليل ، كما أن إعداد أعضاء الجهاز الهضمي في الوقت اللازم لاستقبال الطعام وهضمه يؤدي إلى كفاءة أداء عالية، وبالعكس فإن الإخلال بالنظام اليومي المعتاد وقبل كل شيء بالنظام الطبيعي المتعاقب بين الأحمال والراحة سيصاحب عادة بعدم الارتياح وانخفاض شدة استعادة العمليات الوظيفية، كما أظهرت أبحاث (ميخائلوف، هيبرتير) أن التأثير

السلبي على عمليات الاستعادة يظهر من خلال عدم كفاية النوم وتعاطي المخدرات، وعدم الالتزام وعدم استشارة المدرب وزيادة الأحمال التدريبية بدون برمجة ، وكثيرًا ما يتعرض الرياضيون إلى ضرورة تغيير النظام المعتاد ويظهر ذلك في تلك الحالات التي يتسابق فيها الرياضي بدولة ما تختلف من حيث الوقت المحلي لدولته (فرق التوقيت) ونتيجة لذلك يختلف نظام العمل اليومي ، ويرافق ذلك الخمول وتغير أوقات الراحة في النهار وفي الليل وخاصة في الأيام الأولى من الإقامة، وينصح في هذه الحالة بالتأقلم المسبق لنظام العمل والاستراحة اليومي، وتظهر أحيانًا ضرورة الذهاب إلى المدينة التي تقام فيها السباقات لكي يصبح بالإمكان تغيير النظام اليومي المعتاد في الوقت المناسب ، ويساعد مثل هذا الإجراء على تقدم الساعات البيولوجية للجسم وتأمين الاستعداد للسباقات والاستراحة، ولقد أظهرت الدراسات العلمية وخبرة مشاركة الرياضيين في العديد من المباريات الكبيرة، إن الوظائف الأساسية في الجسم تحتاج لفترة أسبوعين أو ثلاثة أسابيع كي يمكنها إعادة النظام اليومي (أوزولين).

ينبغي الأخذ بعين الاعتبار عند إقامة المعسكرات التدريبية النظام الوظيفي للجسم كله، فبعض الرياضيين يستعدون للمباريات بصورة أفضل ليس من خلال المعسكرات التدريبية بل من خلال التدريب المستمر والإقامة في البيت ، حيث يرى بعض الرياضيين أن الإقامة الطويلة خارج البيت وبعض العوامل الأخرى تؤثر على نفسية الرياضي وتعيق من العملية التدريبية ولا تمنح الراحة بصورة كاملة.

وعند تنظيم المعسكرات التدريبية من المفيد أن يعرف الرياضي مسبقًا المخطط المقترح للتدريب ونظام العمل والاستراحة خلال اليوم ، ويساعد ذلك الرياضيين للاستعداد الأفضل للمباريات ، ومن أجل أن يتمتع الرياضي براحة كاملة تتخذ النواحي العاطفية أهمية كبيرة، فمن المعلوم أن القلق العاطفي الإيجابي والرقص والموسيقى التي تتلاءم مع ذوق الرياضيين يمكن أن تزيد من إفرازات عدد من الهرمونات والتي تؤدي إلى تحفيز منظومة العصب الوظيفي والتي تؤمن كفاءة أداء كبيرة كما تؤمن ظروفًا أفضل للاستراحة.

وقد ذكر المدرب الأيسلندي الشهير (ليدريارد) عند تدريبه الشباب «عندما اسمع ضحكًا ومرحًا بين أفراد المجموعة وأنهم ينتابهم الإحساس المفعم بالفرح فإني أعرف أن الوحدات التدريبية ستنفذ بشكل جيد».

وقد استخدم العديد من المدربين الجانب الانفعالي في العملية التدريبية وفي المنافسات من خلال استخدام الوسائل المختلفة لتحفيز الرياضي على تحقيق إنجاز أفضل، إن العامل الانفعالي لا يساعد فقط على تحسين الاستراحة وإنما في بعض الحالات يؤثر سلبيًا على عمليات الاستعادة ويمكن ملاحظة ذلك أحيانًا إثر قلق عاطفي شديد، فمثلًا إن (بيتر

ليشفيلي) قد لاحظ عند الملاكمين خلال بضع ساعات عقبت نـزالات مؤثرة انفعالات عاطفية كبيرة، سببت الأرق والانحراف اليومي للفاعلية الفسلجية مما أدى إلى استعادة شفاء بسيطة.

وتشير الدراسة الحالية أن النواحي العاطفية ترتبط بالدرجة الأساسية بوظيفة التركيب العميق تحت قشرة المخ ، حيث تتخذ منطقة قشرة المخ (تحت المخ) أهمية كبري حيث يوجد المركز الذي يوجه جميع العواطف، إن التهيج الانفعالي لايترك منظومة العصب المركزي فورًا، وإنما يمكن لهذا التهيج أن يبقى فترة طويلة ضمن منطقة مغلقة بين الجلد والتراكيب تحت القشرة ، ويحبس في المراكز تحت القشرة ويساعد ذلك في زيادة واستعادة وظيفة التنفس والدورة الدموية.

وحسب بيانات (بيتر ليشفي) يمكن مساعدة الرياضيين للتخلص من الانفعالات والتوترات العاطفية من خلال تناول العقاقير الطبية حيث تناول حبة واحدة من البروم والهايدروكلوريد الثماني (حبة واحدة من البروم ٢٥ ملجرام من الثماني والهيدروكلوريد) بعد المباريات يعطي تأثيرًا جيدًا ويحسن النوم ويحسن من عملية احتواء السكر في الدم حيث يلاحظ في اليوم التالي تفاعل أكثر ملائمة لمنظومة القلب الوعائي على تقبل الحمل البدني، ويعتقد الباحث (بيتر ليشفي) أن استخدام الأدوية يساعد على التقليل من العمليات المعرقلة في الجهاز العصبي المركزي كما أنها تؤثر إيجابيًا على سريان عمليات الاستعادة.

إن الوسائل التربوية (تنظيم العملية التدريبية بشكل علمي) تعتبر ذات أهمية كبيرة لاستعادة الشفاء ولا يمكن أن تساعدنا الإجراءات الطبية أو البيولوجية أو استخدام وسائل تزيد كفاءة الاستراحة في حالة عدم استخدام الأسس العلمية في تنظيم العملية التدريبية، إن الحمل التدريبي الكبير الذي يستخدمه الرياضيون في الوقت الحاضر لتحقيق نتائج عالية يتطلب استخدام وسائل تربوية أكثر دقة ووسائل طبية وبيولوجية تسرع من عملية استعادة الشفاء.

الاستراحة الفعالة ـ الإيجابية ـ النشطة

إن موضوع الاستراحة الفعالة قد تناوله بالبحث العديد من الباحثين حيث أمكن وضع بعض التعليمات:

١- تعتمد كفاءة الاستراحة على قيمة الحمل المستخدم وتظهر أكبر قيمة للتنبيه للاستراحة الفعالة عند استخدام حمل متوسط ومثالي، أما إذا استخدمت تمارين مكثفة ومجهدة كاستراحة فعالة ومصحوبة بأثقال كبيرة أو حركات تتطلب توافقًا عصبيًا عضليًا معقدًا أو غير مألوف للحركة فإن تأثير هذا النوع من الاستراحة إما أن يكون طفيفًا

أو لا يوجد تأثير يذكر، فدراسات (مارشال) أوضحت أن هناك حقائق لا تتعلق بالتأثير الإيجابي للاستراحة الفعالة، بل وأن التأثير السلبي للاستراحة الفعالة، أثناء العمل المتحرك والثابت، وبرأي الباحث إن التأثير غير الجيد للاستراحة الفعالة يكون بسبب التعب العضلي الكبير وبسبب الحركة السريعة جدًا أثناء تأدية التمارين للاستراحة الفعالة.

وفي دراسات (روزنبيلاتا) أظهر التدريب الثابت كاستراحة فعالة للعضلات المتناظرة أثناء حمل بدني قيمته ثلث (٣/١) القيمة القصوى تأثيرًا منبهًا. وعند زيادة الحمل البدني للاستراحة الفعالة إلى نصف (٢/١) القيمة القصوى فإن تأثيرها سيكون خفيفًا جدًّا.

وفي دراسات (فولكوفا) استخدمت التدريبات الثابتة كاستراحة بعد تدريب متحرك مختلف أدت إلى تعب محلي (محدود) بلغت قيمته من ٧١ - ٣٠ ٪ من القيمة القصوى، إنما عند التدريب الثابت فيساوي ٨١ - ٢٣ ٪، وفي جميع الحالات التي استخدمت كاستراحة فعالة أظهرت الأحمال التدريبية المثالية المناسبة تأثيرًا ظاهريًا دقيقًا للاستراحة الفعالة.

وعند استخدام تمارين متعبة كاستراحة فعالة (رفع ثقل بوزن ٢٠-٣٠ كجم)، إنزال الثقل من وضع القرفصاء، فإن التأثير المنبه للاستراحة الفعالة لا يحدث، واتضح أن استخدام الاستراحة السلبية هي أفضل، وتشير النتائج أنه من أجل الحصول على تأثير مثالي للاستراحة الفعالة لابد من الأخذ بنظر الاعتبار العلاقة الفعالة بين الحمل التدريبي الأساسي والحمل المنفذ على شكل استراحة فعالة، ومن خلال ما أشارت إليه النتائج فإن فاعلية الاستراحة الفعالة يمكن الحصول عليها من خلال استخدام تمارين خفيفة جدًّا.

٢- لقد اتضح من خلال الدراسة أن أكثر فعالية للاستراحة (النشطة) تظهر عندما يتعاقب عمل العضلات، كما أن أداء تمارين خفيفة يؤثر بشكل جيد في مرحلة استعادة الشفاء للعضلات.

إن الحمل المعتدل الذي يعقب الفعالية الرياضية الشديدة يساعد بالتعجيل في استعادة الشفاء، وكتب بطل العالم في التزلج على الجليد لمرات عديدة (هاكولنيين) في كتاب بعنوان (السيطرة على سباقات التزلج على الجليد)، حيث أشار إلى أنه لم يفكر في الذهاب إلى السباق لقطع مسافة (٥٠ كم) حيث كان تعبًا ومنهار القوى ولكن للمدرب كان رأيه الخاص الذي يكمن في خبرة سنوات طويلة حيث وضح له أن التعب الذي يسببه قطع مسافة (٥٠ كم) يمكن إزاحته في اليوم التالي من خلال إدخال أحمال تدريبية لقطع مسافات قصيرة، وقد نفذ «كولنيين» توجيهات المدرب وكانت مساهمته في السباق ناجحة.

لقد جاء في بحث (ز . يميسكونا)، إن التدريب الذي ينفذ بحمل تدريبي خفيف موجه لاكتمال المهارات والتشكيلات، وبعد وحدة تدريبية متعبة في الجمناستيك يؤدي إلى زيادة الإمكانيات الوظيفية للاعبي الجمناستيك.

أما «غوركين» فقد أكد أن التمارين ذات الشدة المعتدلة والمتوسطة تعجل من عمليات الاستعادة بعد وحدات تدريبية متعبة.

ويشير «تافارتكيلاوزة» إلى وجوب استخدام المشي البطيء بين تمارين ذات قدرة قصوى مثل (ركض ٨٠م - العمل على جهاز مشابه للدراجة)، أما إذا استخدمت تمارين لحمل كبير للأطراف العليا بين التمارين فإنها لا تعطي التأثير المطلوب ويتكون استنتاج مفاده أن التمارين المنفذة أثناء فترات الاستراحة القريبة في تكوينها مع التمارين الأساسية تعطي تأثيرًا إيجابيًا، أما التمارين التي تنفذ أثناء فترة الاستراحة والتي تختلف اختلافًا كبيرًا في تكوينها مع التمارين الأساسية فإنها تعطي تأثيرًا سلبيًا.

وقد استخدمت في تدريب السباحين الطريقة الآتية في تنفيذ الاستراحة النشطة، حيث يسبح الرياضيون أثناء فترة الاستراحة بين سباق ١٠٠ م سباحة حرة بوتيرة معتدلة على الصدر باستخدام الأرجل فقط ولفترة ثلاث دقائق، وبهذه الطريقة في الاستراحة يكون قد وضع متغير ثابت فعال يمكن أن يظهر على أكثر تقدير في نهاية وحدة تدريبية شديدة.

جدول رقم (٩)
تأثير نوع الاستراحة في الحالات المختلفة
على نتيجة السباحة المكررة لمسافة ١٠٠ م بالثواني

	نوع بعد الإحماء		بعد الوحدة التدريبية المحاولات	
	الاستراحة الأولى	الاستراحة الثانية	الأولى	الثانية
الاستراحة الفعالة	١,٢+٦٠	٠,٣+٦١,٨	٠,٥+٧٤,٩	٠,٤٤+٧٧,٨
الاستراحة الخاملة	١,٥+٩,٨	٠,٢+٦١,٧	٠,٤+٧٤,٨	٠,٥+٨١,٢

٣- توجد علاقة محددة بين الاستراحة الفعالة والخصائص الفردية للرياضي (كفاءته). إن زيادة التعب يتميز بطبيعة غير متساوية . ففي ظروف الزيادة التدريجية للتعب فإن التأثير التنبيهي للاستراحة الفعالة كانت أقوي مما هي عليه في حالة الزيادة السريعة للتعب.

٤- إن تأثير الاستراحة الفعالة لا يتحدد فقط في استعادة كفاءة الأداء العضلية، وإنما تقود أيضًا إلى استعادة الشفاء لوظيفة التنفس والدورة الدموية ، ففي ظروف التكرار الكثير للأحمال التدريبية فإن تمارين الاستراحة النشطة تصاحب بتغيرات كبيرة للأجهزة الوظيفية (عدد ضربات القلب، حجم التنفس خلال دقيقة) مقارنة بقيمتها في الاستراحة الخاملة.

٥- يعتمد تأثير الاستراحة النشطة على درجة تطور التعب، فقد تحدد أنه في حالة التكرار الكثير وبشكل مستمر لعمل ذي شدة قليلة تكون قيمة العامل التنبيهي في الاستراحة النشطة أقل من القيمة في حالة تنفيذ حمل بدني شديد.

٦- يعتبر العمر من أهم العوامل التي تحدد خاصية التأثير للاستراحة الفعالة، فعند إعادة التمرين الذي يسبب تعبًا موضعيًا تظهر الخصائص العمرية من خلال تأمين استعادة كفاءة الأداء العضلية فتكون في هذه الحالة عند الأحداث أعلى بعض الشيء مما هي عليه عند الشباب. أما في ظروف التعب المتصاعد فإن تأثير الاستراحة النشطة تنخفض بصورة ملحوظة عند الأحداث.

وعند سباحة ١٠٠ م حرة وباستخدام راحة نشطة بين التكرارات (قطع مسافة السباق بسباحة معتدلة على الصدر وبالأرجل فقط أظهر الأحداث زمن استعادة أكبر مما سجله الشباب، كما انخفضت عندهم نتائج السباحة المتكررة وبمقدار كبير، وقد أعطت الاستراحة النشطة في المحاولات الأولى خلال التعب المتزايد أكبر تأثير عند الشباب وأقل تأثير عند الأحداث، وعليه فإن تأثير الاستراحة النشطة عند تنفيذ نشاط عضلي غير متعب تكون عند الأحداث أكبر مما هي عليه عند الشباب وفي الوقت نفسه عند استخدام نشاط عضلي شديد فإن العامل التنبيهي للاستراحة النشطة تكون عند الشباب أكبر مما هي عليه عند الأحداث.

وقد اتضح من نتائج الدراسات بأن الاستراحة النشطة (الفعالة) أكثر فائدة عند استخدام الحركات السريعة والقصيرة (قذف الثقل ورمي القرص والقفز والركض القصير) وفي تدريبات تحمل القوة تظهر الراحة النشطة أقل فائدة.

وقد استنتج أن تمارين الاسترخاء وتمازجها مع المشي أثناء فترة الاستراحة بين تنفيذ تمارين جمناستيك ورفع الأثقال لها أهمية كبيرة في استعادة الشفاء.

وفي كرة القدم فقد تحدد أن تنفيذ اللاعبين بعض التمارين (الأطراف العليا والسفلي) مباشرة بعد نهاية الشوط الأول من اللعب وبفترة (من ٦-٨ دقائق) تحسن الحالة الوظيفية للجسم.

وخلال الفترة الانتقالية تلعب الاستراحة الفعالة دورًا كبيرًا بعد فترة (المباريات) حيث إنها تؤمن الانتقال إلى أحمال تدريبية جديدة.

التدليك الرياضي

يستخدم التدليك في الوقت الحاضر بصورة واسعة في التدريب الرياضي ، وعند سؤال الرياضي «لاسي فيرن» بطل الألعاب الأولمبية العشرين في ركض المسافات المتوسطة والطويلة.. هل تمارس التدليك كثيرًا؟، فأجاب بقوله الشهير (نعم وكل يوم تقريبًا).

وقد أدخل البروفيسور (ساركيزوف) معلومات كثيرة في طرق التدليك الرياضي وإنشاء طرق متنوعة لأنواع التدليك الرياضي منها الصحي، العلاجي، التدريبي، وتدليك الاستعادة.

وقد أظهر التدليك فعالية عالية على جسم الرياضي عند تنفيذ التدريبات البدنية المختلفة سواء كان في الوحدات التدريبية أو في ظروف المباريات، وحدد أن الوسائل المختلفة تظهر تأثيرًا متباينًا على الجسم ، فمثلاً تؤدي وسيلة الدعك تأثيرًا تهيجيًا، في حين تسبب وسيلة المسح تأثيرًا أقل ، ويتضح خلال فترة الاستعادة استخدام وسيلتي المسح والدعك ، حيث تعتبر وسيلة المسح أقل تأثيرًا من وسيلة الدعك، وحسب بيانات «بيريوكوف» يساعد التدليك في استعادة القوة ومضاعفة كفاءة الأداء، إذا أجري التدليك للعضلات الرئيسية التي تلعب دورًا كبيرًا في تنفيذ التدريب.

وحددت الباحثة «إيكوفا» من خلال دراستها للنشاط الكهربائي للعضلات المدلكة وغير المدلكة، أن كفاءة أداء العضلات المتعبة وتحت تأثير التدليك ليس فقط يمكن استعادتها إلى المستوى الأول ، وإنما غالبًا ما تتجاوزه بعد (١٠-١٥ دقيقة) على التدليك، وقد أظهرت نتائج عدد من الأبحاث أهمية الدور الكبير الذي يلعبه التدليك خلال عمليات الاستعادة والأكسدة (فولكوف).

وتتفق عملية استخدام التدليك مع الاستراحة الفعالة في عدة مزايا ، وفي كلتا الحالتين يكون التأثير على منظومة العصب المركزي تأثيرًا للمستقبلات الحسية والحركية، كما يمكن الحصول على تأثير إيجابي كبير للعضلات غير المتعبة باستخدام كلتا الحالتين عند استخدام شدة متوسطة، وقد قدم الكثير من الدراسات في بحث موضوع التدليك باعتباره استراحة نشطة.

ومنذ عام ١٩٦١ يستخدم التدليك الاهتزازي بنجاح، ومن خلال أجهزة الاهتزاز الخاصة، ولعل الدراسة الأكثر اكتمالاً لتأثير التدليك الاهتزازي على الجسم ترجع إلى الباحث (فيودوزت)، حيث اتضح من خلالها أن التدليك الاهتزازي يعجل من استعادة كفاءة الأداء وأن أكثر تأثير له يحدث عندما تتراوح قيمة تردد الاهتزاز بين (١٥٠-٢٠٠ هيرتز).

وفي دراسة أخرى لتأثير التدليك الاهتزازي على تغير قوة العضلات للقدم بعد تنفيذ التدريب، فقد تبين أن استخدام التدليك الاهتزازي قد أعاد لعضلات القدم قوتها بشكل أسرع مقارنة بالاستراحة السلبية التي كانت فيها الاستراحة أكثر بطأً .

ويساعد التدليك الاهتزازي في توسيع الأوعية الدموية ويتحسن نتيجة لذلك إيصال الدم إلى العضلات العاملة وينصح «بوغاتشوف» أن تكون فترة التدليك الاهتزازي محصورة بين دقيقة واحدة وخمس دقائق بتردد يتراوح مقداره بين (١٥٠-٢٠٠ هيرتز)، حيث تؤدي هذه الوسيلة كما يتطلب الأمر للاستعادة العامة.

إعداد جلسات التدليك يتراوح بين (٢-٢٣ دق)..

الطريقة :

- التدليك الاهتزازي لفترة (٨ دقائق) يقسم بالشكل الآتي:

دقيقتان لتدليك الظهر ودقيقتان لتدليك الأيدي وأربع دقائق لتدليك الأرجل.

- أما التدليك للفترة الباقية (١٥-١٧) دقيقة فيقسم بالشكل الآتي:

٦ دقائق للظهر، ٥ دقائق للأيدي، ٤ دقائق للأرجل.

- أما الجلسة الثالثة والتي زمنها (٢٢ دقيقة):

٦ دقائق للظهر، ٥ دقائق للأيدي، ٨ دقائق للأرجل، ٢ دقيقتان للبطن، ١ دقيقة للصدر.

وتستخدم لتدليك المفاصل طبقة أسفنجية سميكة، وتتبع أثناء التدليك الاهتزازي طريقة التدليك اليدوي، ويوضع جهاز الاهتزاز على العضلة ويحرك تحريكًا بطيئًا باتجاه سير الأوعية اللمفاوية، ويقترب جهاز الاهتزاز من العضلة بفعل وزنه، وفي أبحاث «فيودورف» والذي تناول فيه مقارنة ثلاثة أنواع من التدليك (اليدوي)، الاهتزازي، المختلط لاحظ بعد التدليك الاهتزازي تقوية العمليات التهيجية في الجهاز الحركي، فإذا كان التدليك قد حدد مساءً وقبل النوم فإنه يؤدي إلى حدوث ظاهرة الأرق، بالإضافة إلى أنه يساعد على استرخاء العضلات وزيادة إيقاعها .

أما التدليك اليدوي الهادئ للاستعادة فعلى العكس من ذلك يسبب هبوط الوظيفة الحركية للعضلة، ويخفض قوة العضلات وكفاءة أدائها، وباعتقاد الباحث أن مثل هذا التدليك غير فعال قبل المباريات وقبل عمليات التدريب.

وينصح باستخدامه بعد عملية التدريب في الليل مما يساعد في انخفاض إيقاع العضلات واستبعاد الآلام العضلية.

إن أكثر تأثير تم الحصول عليه هو باستخدام التدليك المختلط الذي هو عبارة عن تعاقب للتدليك الاهتزازي مع وسائل المسح، حيث يكون الوقت (١,٣٠) دقيقة اهتزاز، (٠,٥) دقيقة مسح. إن تأثير التدليك المختلط يؤدي إلى تنشيط عمليات الاستعادة ويساعد في تنويع وسائل التنبيه وقد اتضح أنه عند الاستخدام الطويل لنوع واحد من وسائل التدليك الاهتزازي تنخفض كفاءته، ولكي يمنع حدوث هذا، فمن الضروري أن تتعاقب وسائل التأثيرات التنشيطية والطرق المختلطة التي تعجل من عمليات الاستعادة، وكما هو الحال عند الاستراحة النشطة فإن فاعلية التدليك المختلط تعتمد على تصاعد التعب، وعند الإعادة المتكررة للقوة المتحركة والثابتة والتي تسبب توترًا موضعيًا محددًا فإن التأثير التنبيهي للتدليك المختلط ينخفض «يوتيلو».

وفي الوقت الحاضر لاقت الطريقة الجديدة في التدليك، وهي التدليك الاهتزازي الترويحي، انتشارًا واسعًا فقد اتضح أن هذا النوع من التدليك بتمازجه مع التدليك اليدوي سيعتبر وسيلة فعالة جدًا، وينصح باستخدام التدليك الاهتزازي الترويحي بتردد اهتزازي يتراوح بين (١٠-٤٠ هيرتز) وتساوي فترة التأثير على العضلات الانفرادية حوالي (٢-٣ دقائق)، وعند استخدام أحمال تدريبية كبيرة فإن هذه الفترة يمكن أن تصل لغاية (٥ دقائق) وتبلغ الفترة الإجمالية للتدليك (٢٠-٢٥ دقيقة)، وقد اتضح أنه عندما يكون تردد الاهتزاز مساويًا (١٠-١٥ هيرتز) يتم تامين أفضل عامل للاستعادة حيث يلاحظ هبوط في الارتفاع العضلي وإبطاء النبض والتنفس وهبوط الضغط الشرياني وتزايد حالة النعاس، ويظهر لتأثير التدليك الاهتزازي ذي التردد الذي يتراوح بين (٢٥-٣٠ هيرتز) تأثير تنشيطي يزيد من سرعة وقوة التقلصات العضلية «سارتيشوف».

إن دراسة تأثير التدليك الاهتزازي الترويحي على استعادة قوة العضلات عند الرباعين مكنت من ملاحظة زيادة قوة العضلات بعد التدريب مباشرة من خلال تنفيذ حمل تدريبي كبير، فعند استخدام التدليك لفترة (٥ دقائق) زادت قوة استقامة الساق من ٥٢,٧+١,٢ كجم إلى ٦٥,٦+١,٦ كجم كما زادت قوة استقامة الساعد من ٢٤,٩+٠,٧ كجم إلى ٣١,٦+٠,٧ كجم وبعد مضي ٨ ساعات على الوحدة التدريبية كان تأثيرًا التدليك أقل بعض الشيء، فقد زادت قوة استقامة الساعد من ٢٧,٧+٠,٧ كجم إلى ٣٢,٢+٠,٨ كجم في حين زادت قوة استقامة الساق من ٥٧,٣+٠,٣ كجم إلى ٦٧,٤+١,٢ كجم وهكذا فإن استخدام التدليك الاهتزازي الترويحي زاد درجة الثقة بصورة عالية، خاصة في الآثار الناجمة عن التعب، وتواصل طرق التدليك الرياضي في الوقت الحاضر طريقها في الاكتمال، وفي الوقت نفسه، يجرى الإعداد لأجهزة جديدة تساعد في توسيع تأثير هذه الطرق «فولكوف».

أهمية التوجيه النفسي ـ الإيحاء الذاتي والنوم الإيحائي

عند إعطاء أهمية للاستراحة النشطة باعتبارها عاملًا يزيد من كفاءة استعادة العمليات، لا ينبغي عدم تقويم الاستراحة الخاملة (السلبية)، بالإضافة إلى ذلك فإن التأثير التنبيهي للاستراحة النشطة لا يظهر في جميع الحالات، فمثلًا في ظروف زيادة التعب تنخفض كفاءة الاستراحة النشطة.

إن التطبيق الرياضي غني بأمثلة عديدة فحيث يكون الرياضيون قد أوقفوا تدريباتهم مؤقتًا لسبب ما كالمرض أو الإصابة وغير ذلك، وعند عودتهم للتدريب، تحسنت نتائجهم بصورة ملحوظة، ففي أبحاث «يوفر» أثرت (١٠-٤٠ يومًا) من النظام السريري على كفاءة أداء الرباعين وعدائي المسافات المتوسطة والطويلة، لقد اتضح أنه بعد العودة للوحدات التدريبية أظهر الرياضيون نتائج اعتيادية وبقى عدد من الحالات أرقامًا قياسية بالنسبة لهم، ويزداد التصور بأنه يمكن زيادة كفاءة الأداء الرياضية التي تلاحظ بعد فترة استراحة خاملة طويلة (بدون تدريب) بما يؤدي إلى رفع التعب المتجمع في أشكال مختلفة.

ويعتبر النوم أكثر الأنواع انتشارًا للاستراحة السلبية ولقد كتب بطل العالم لست مرات في الركض السريع على زلاجات الجليد (غريشن): لأنني تعودت على النوم فقد استطعت أن احتفظ فترة ٢٠ عامًا بالرقم القياسي، وأنا لا استطيع أن اصدق أي فرد يقول لابد من الاستراحة النشطة، لقد كنت طيلة حياتي قصرًا للاستراحة السلبية الاستلقاء.

وبموجب التصورات الحديثة فإن النوم عبارة عن حالة غير متجانسة حيث هناك طوران من النوم، الطور البطيء والسريع وهما يتعاقبان ٤-٥ مرات خلال الليل، ففي حالة الطور البطيء يظهر في مخطط الدماغ الكهربائي موجات بطيئة ويصبح التنفس أبطأ وضربات القلب أقل، كما ينخفض الضغط الشرياني ويتباطأ جريان الدم وخاصة في تلك الأعضاء الحيوية المهمة كالمخ والكبد والكلي، ويهبط تبادل المواد وتنخفض درجة حرارة الجسم وتسترخي العضلات بصورة كاملة.

أما في حالة الطور السريع فتظهر تيارات حيوية تشبه تلك التيارات التي تحدث في حالة الانتعاش، ويتسم هذا الطور بزيادة النشاط الحركي، ويظهر ذلك في تقلص عضلات الوجه وفي ضغط الأصابع وفي تحرك الأطراف وفي الحركة السريعة للعين، ويصاحب هذا الطور تسارع الفعالية القلبية وزيادة الضغط الشرياني وزيادة تردد التنفس، وفي الأحلام يظهر الطور للنوم للمرة الأولى عادة بعد مضي ٩٠ دقيقة على النوم وهو يشكل ٢٠٪ من النوم الليلي، ويعتقد أن تعاقب الأطوار المختلفة هي ضرورية للنوم الكامل «ناريكا شفيلي».

إن عمق النوم قبل المباريات ينخفض الأمر الذي يبدو بوضوح من خلال مضاعفة النشاط الحركي.

توجد صيغ عديدة لحدوث ظاهرة الأرق منها اضطراب آلية النعاس والقلق المزمن أو الحاد والخلل في الانتقال من الطور السريع إلى الطور البطيء في النوم...

وفي الرياضة غالبًا ما يحدث اضطراب في النوم الطبيعي أثناء الانتقال من منطقة إلى أخرى تختلف من حيث التوقيت المحلي، وأثناء عدم الالتزام بنظام أكل معين، وعند تغيير المكان المعتاد في الراحة الليلية، ويمكن أن يكون اضطراب النوم بسبب الاضطراب العاطفي الشديد، وكثيرًا ما يسبب الخوف اللامبرر تعميق الحالة العصبية، ويعيق النوم، وينبغي في مثل هذه الحالات التوضيح الدقيق.

إن فقدان بضع ساعات من النوم لا يجب أن يكون سببًا للقلق الإضافي والتخوف، إن نظرة الواقعية للاضطراب الزمني المماثل يساعد في الإسراع في النوم من خلال إتباع وسائل بسيطة في قواعد النوم مثلًا. من الضروري التوقف عن الوحدات التي تطلب جهدًا عصبيًا كبيرًا، ومن الأفضل ممارسة الأنشطة الهادئة قبل النوم ولا ينصح (وخاصة بالنسبة للأشخاص الذين ينامون ببطء) بإجراء محادثات انفعالية قبل النوم أو مشاهدة سينما أو تليفزيون.

ومن المفيد جدًا ممارسة المشي الخفيف قبل النوم، أو الاستحمام بماء دافئ أو في حوض، أو وضع الأرجل في حوض ماء ساخن، كما تتخذ درجة الهواء للغرفة ونقاوته وكذلك وضعية الفراش أهمية كبيرة، وبمرور السنين يتعود الكثير من الرياضيين ويصبح لكل واحد عاداته الخاصة، مثل وضع النوم وغير ذلك.

وأثناء المعسكرات التدريبية، من الضروري اتباع هذا النظام، ولا ينصح بالنوم مباشرة بعد وجبة طعام تحتوي على نسبة عالية من الدهون بل ينبغي تناول طعام العشاء قبل ساعتين أو ثلاث ساعات قبل الاستراحة للنوم، وينبغي أن تكون وجبة العشاء خفيفة وبدون مشروبات منبهة ... فمن المعلوم أن الطعام المعتدل يرتبط بانخفاض المهيجات لمنظومة العصب المركزي التي تعتبر ضرورية للانتقال من حالة الصحو إلى النوم، ويرى (ليسوفسكي) أنه من أجل تطبيع النوم من المفيد تعيين وجبة عشاء خفيفة قبل النوم مثلًا (١٠٠ جم) من الخبز الأبيض و (١٠ جم) من الزبد وكوب لبن، وفي غالبية الحالات تظهر مثل هذه الوجبة تأثيرًا مستحبًا، حيث يصبح النوم طويلًا وهادئًا بعد مرور (٢٠-٣٠ دقيقة).

ومن أجل الاستعادة للقوة في مرحلة الإعداد وفي المباريات فانه ليس النوم المتواصل هو الذي يحظي وحده بأهمية معينة، فمن المعلوم جدًا الاستغلال الأمثل للاستراحات القصيرة، فبعض الرياضيين يمتلكون قابلية فريدة في النوم، في أي وقت من اليوم ففي كتاب (ميدفيديف) سنجد تأكيدًا واضحًا كما يأتي:

في إحدى منازلات الرباع (جابوتينسكي) والذي يتسم بميزة جوهرية إزاء المنافسين الأقوياء، وتكمن هذه الميزة في الثبات التنفسي العالي والالتزام القوي والهدوء الذي يحسد عليه، حدد موعد الوزن في الساعة الثالثة والغداء في الساعة الثانية عشرة ونصف وقد نصحت الرباع في الثانية عشرة إلا ربعًا أن يخلد للراحة وكتب على باب غرفته لافتة (انتباه) ممنوع الدخول، استعد للمنازلة واستلقى على جنبه الأيمن، وبعد لحظات وجيزة استغرق في النوم وبعد ساعة ونصف وعندما دخلت إلى غرفته كان لا يزال مستغرقًا في النوم وفي نفس الوضع.

استخدام المزيج التنفسي وتأثير التأين

عند تنفيذ التمارين المكثفة في النشاط الرياضي طالما يحدث عدم انسجام بين الطلب على الأوكسجين وبين الاستهلاك، وعندئذ سيحدث دين أوكسجيني.

إن الدين الأوكسجيني الكبير والفترة الطويلة اللازمة لإزالته يعقدان سير عملية الاستعادة، وهنا يمكن أن يفيد في هذا المجال ما يسمى بالعلاج الأوكسجيني ويعني إدخال جرعة إضافية من الأوكسجين في الدم خلال (الاستنشاق).

لقد تحدد إن استنشاق الأوكسجين في ظروف المباريات يتحقق في تلك الأنواع الرياضية حيث توجد فواصل زمنية بين تنفيذ التمارين، مثلًا الجمناستيك، ألعاب القوى، أثقال، ملاكمة، مصارعة، مبارزة، حيث تكفي الفترة المقررة بين التمارين لإزالة الدين الأوكسجيني كما في الملاكمة والمصارعة فيمكن اللجوء إلى العلاج الأوكسجيني بعد تمارين التدريب والمنافسات وعندئذ لن يزال الدين الأوكسجيني فقط وإنما تشكل ظروف لاستراحة أكثر فاعلية حيث تزول عملية الإعاقة في منظومة العصب المركزي (ليتسوفيسكي) .

<u>إن استنشاق الأوكسجين</u> بعد أحمال طويلة، سباق الماراثون، سباق الدراجات لمسافة تزيد على (١٠٠ كم) وسباق التزلج على الجليد لمسافة ٣٠-٥٠ كم، يظهر تأثيرات إيجابية أثناء فترة الاستراحة، وفي هذه ينبغي أن يكون تنفس الأوكسجين لفترة طويلة بما فيها الكفاية من (٣٠-٦٠ دقيقة).

وينصح عدد من الدراسات من أجل التعجيل في إزالة الدين الأوكسجيني بعدم استنشاق الأوكسجين النقي وإنما خليط من الهواء الذي يضم الأوكسجين بنسبة ٦٥-٧٠٪ (ميخائيلوف، هيبرتير).

<u>إن استنشاق خليط من الهواء</u> بكمية مقدارها من (٤٠٠-٦٠٠ لتر) مع الأوكسجين سيظهر بعد الوحدات التدريبية ووحدات المنافسات تأثيرًا مفيدًا على الرياضيين وتساعد في تحسين استعادة عمليات الأكسدة، إن استنشاق الأوكسجين النقي أو الخليط الهوائي بنسبة عالية

من الأوكسجين لا يعتبر الطريق الوحيد لإيصال كمية من الأوكسجين إلى الجسم، ومن أجل هذا ينصح باستعمال شراب خاص (خلط الأوكسجين بالسوائل) وقد تحدد أن الأوكسجين الذي يدخل الشراب إلى المسار المعدي المعوي يمتص من قبل الدم بسرعة وعندئذ سيعوض نقص الأوكسجين في الأنسجة، أما المواد المغذية الموجودة في الشراب فتساعد في تسريع عملية الاستعادة (كارينكو).

يوجد عدد من الطرق لخلط الأوكسجين بالسوائل اقترحها معهد التغذية والعلوم والدراسات في «كييف»، وإحدى الطرق المستعملة في الخلط هي كالآتي:

يوضع ٥٠-٦٠ جم من الأوكسجين في كمية من الماء مقدارها ١,٥ لتر ثم تسخن لمدة ٥-١٠ دقائق ويترك المحلول الحار لفترة (٥-٦ ساعات) ومن ثم تجري عملية ترشيح المحلول ثم يوضع فيه عصير الفاكهة حسب الذوق بكمية لا تتجاوز ١٠٠ جم ويوضع في المحلول زلال البيض بيضة واحدة، ومن ثم تجري عملية تجانس المحلول، ومن الممكن الاحتفاظ بهذا الخليط في الثلاجة لمدة (يوم إلى ثلاثة أيام) ولا ينصح إعداد المحلول وحفظه في أوعية مصنوعة من الالومنيوم.

عند تنفس خليط هوائي يضم كمية من الأوكسجين فمن المحتمل أن يحدث نقص في ثاني أكسيد الكربون، فمن المعلوم أن هذا الغاز يشكل عاملًا مهمًا في تنظيم العمليات التنفسية، هذا وقد أصبح معروفًا التأثير المختلف لثاني أكسيد الكربون على حجم الدم في الدقيقة الواحدة للدورة الدموية التاجية والدماغية وكذلك على الارتفاع الوعائي والضغط الشرياني (ماريشال) وعلى الجهاز العصبي المركزي، وفي حالة نقص نسبة ثاني أكسيد الكربون في الدم يحدث تضييق في أوعية القلب والدماغ واختلال تزويد الدم للجهاز العصبي المركزي ووظيفته، إن تأثير الوسط الخارجي على الجسم لا يقف عند حدود التركيب الكيماوي للهواء فقط إذ تلعب درجة الحرارة والرطوبة والشحنات الكهربائية أي ايونات الهواء دورًا مهمًا.

إن الدراسات المخصصة لتأثير الهواء المؤين عند النشاط الرياضي محدودة، وقد لوحظ في دراسة «ليلينجين» التأثير التنبيهي للايونات الموجبة على كفاءة أداء الرياضيين أثناء الأحمال التدريبية (القوة والسرعة).

ويقصد بالتأين تغير التوازن في الذرات أو الجزيئات الخاصة بالغازات، ويحدث طبيعيًا من خلال ظاهرة، (البرق)، أو صناعيًا من خلال تعرض حجم معين من الغازات لشحنة كهربائية عالية. وحدد (سننخ) ومساعدوه أن الهواء المؤين يؤدي إلى تحسين الإحساس الذاتي عند لاعبات الجمناستيك إضافة إلى انتظام النوم والشهية والتنسيق العضلي وسرعة التفاعل الآلي كما يتزايد التحمل عند العمل الثابت والحركي، وعليه يمكن الاستنتاج أن التأين

يؤمن أفضل ظروف للاستراحة بين الوحدات التدريبية، عند التخطيط لإقامة المعسكرات التدريبية يجب الأخذ بنظر الاعتبار التأين الطبيعي للهواء وقد اتضح أن تأين الهواء يلاحظ في الساعات الصباحية والمسائية قبل شروق وغروب الشمس عند ضفاف البحر وكذلك في الأماكن الجبلية وفي الغابة، لذا فإن ممارسة ألعاب جمناستيكية في الصبح وممارسة المشي في المساء والنوم في الهواء الطلق في أماكن ذات تأين طبيعي يساعد في الاستراحة الأفضل.

الطريقة المائية والوسائل الأخرى للاستعادة

لقد عرف منذ فترة طويلة التأثير الجيد للطريقة المائية ولطالما استخدم الماء البارد لإزالة التعب وزيادة كفاءة الأداء، فالدراسات التي خصصت لتأثير الطرائق الباردة على جسم الملاكمين، أظهرت أن الزمن الكامن للحركات الضاربة تقلص: (زيادة سرعة الحركة) وتحسنت الرؤية التمييزية للمؤثرات، وإن التأثير الايجابي لهذه العمليات قد لوحظ بعد الجولة الثانية والثالثة، أي في نهاية مرحلة التعب الشديد. (فولكوف).

يستخدم في التطبيق الرياضي وبصورة كبيرة الحمام (الاستحمام) فهو يمكن أن يستخدم إضافة لقيمته الصحية كوسيلة من وسائل الاستعادة، فالحمام الساخن بعد التدريب والمباريات والذي تتراوح درجة حرارة الماء فيه بين (٣٠-٣٥ درجة سيليزيوسية) والذي يؤدي إلى تهدئة الجهاز العصبي المركزي ويخفض التوتر العضلي الزائد، ويساعد في ظهور إحساس الانتعاش والعافية، ومن المفيد تمازج هذه الوسيلة مع التدليك، أي تدليك العضلات المرهقة الذي يساعد في تقوية الدورة الدموية وينشط عمليات الأكسجة، وبموجب دراسة (تاليتشوف) فإن استخدام ماء ساخن وبارد بالتعاقب دقيقة واحدة للماء الساخن بدرجة (٣٣٧-٣٨ درجة سيليزيوسية) سيكون تأثير هذه العملية أعلى بكثير.

ومن بين الوسائل التي تظهر تأثيرًا شاملًا على الجسم يمكن ذكر الحمام.

فحمام البخار الروسي (درجة حرارة ٤٥-٦٠ درجة سيليزيوسية) والرطوبة (٧٥-١٠٠٪)، يستخدم منذ فترة طويلة لاستعادة القوة وتحسين الشعور الذاتي والمزاج وقد تضاعف في السنوات الأخيرة الاهتمام بحمام الهواء الساخن (الساونا) درجة حرارة الهواء (٧٠-٨٠ درجة سيليزيوسية) ونسبة الرطوبة من (١٠-٢٠٪) وقد أظهرت دراسات (كافاروفا) أن الاستخدام الجيد للساونا في التطبيق الرياضي يساعد في زيادة كفاءة الأداء ويعجل عمليات الاستعادة. وينصح من أجل تعجيل عملية الاستعادة استخدام الساونا (١٠) دقائق، أما في أيام خارج أوقات التدريب استخدام حمامات الساونا فترة لا تتجاوز (٢٠-٢٥ دقيقة).

ويجري في الوقت الحاضر، وبنجاح، فحص معدات أخرى تعجل من الاستعادة، منها الضغط البارومتري السالب، التدليك بالطريقة فوق السمعية، الأشعة تحت البنفسجية وحمامات تحت الحمراء والتنبيه الكهربائي، وهكذا .... وفي الوقت نفسه يجري إعداد أفضل تقنية لاستخدام هذه المعدات وتحديد كيفية الاستخدام وكميته، لأن الاستخدام غير السليم للمعدات المشار إليها يمكن أن يؤدي إلى ضرر ويعيق التسريع من عمليات الاستعادة.

التغذيـــة

تعتبر التغذية الجيدة عاملًا مهمًا في تحديد الاستعادة الكاملة ولإتمام الصرفيات الكبيرة للطاقة، لذا ينبغي أن تكون التغذية غنية بالسعرات الحرارية وتحتوي على جميع الأملاح المعدنية والمواد العضوية والفيتامينات اللازمة.

وفي الوقت الحاضر تستخدم لتسريع عملية استعادة الشفاء وتلافي نقص مصادر الطاقة عوامل غذائية بيولوجية نشطة، منها الشراب الرياضي الجاف الذي يتكون من سكر العنب (٢٠٠ جم) والسكر (١٠٠ جم) ومستخلص التوت (١٥-٢٠ جم) كلوريد الصوديوم (١,٥ جم) وحامض الاسكوربنيك (٠,٥ جم) وفوسفات الصوديوم الحامضية (٣ جم) وحامض الليمونيك (٥ جم) وحامض الجلوكامين (٠,٥ جم) حيث يحضر هذا الشراب بشكل مسحوق طبي، ولتحضيره يجب تذويب (٣٠٠ جم) من المسحوق في (٦٠٠-٧٠٠مليلتر) من الماء الساخن وينصح باستخدامه قبل فترة (١,٥-٢ ساعة) من بدء السباق او مباشرة بعد قطع المسافة وبجرعة مقدارها من (١٠٠-٢٠٠ جم) للمرة الواحدة، ويحضر المسحوق الرياضي أيضًا بشكل قوالب (٢٠ جم) للقالب الواحد وهو لا يحتاج إلى إذابة في الماء ويستعمل بالشكل الجاهز وبمعدل (١-٢ قالب).

إن تنفيذ العديد من التمارين المخصصة للتحمل يرتبط بفقدان كمية كبيرة من العرق وبالتالي فقدان كمية كبيرة من السوائل، أي الإخلال في توازن نسبة الأملاح في الماء، ولتنظيم هذا التوازن أثناء التدريب، وفي مرحلة الاستعادة، تم إعداد شراب من الكربوهيدرات المختلفة وأملاح البوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والفسفور، ويدخل ضمن تركيب الشراب حامض الجلوكامين والاسبارجين وفيتامين C، ولتحسين الطعم والرائحة تضاف إلى الشراب مواد مختلفة، الليمون أو العنب أو الحليب أو غيرها، ويحضر الشراب بشكل مسحوق جاف ويستعمل بعد تذويبه في الماء المغلي على أساس أن لكل ٢٠٠ جم من المسحوق يؤخذ (٥٠٠ مليلتر) من السائل، ويساعد استخدام الشراب أثناء سير الأحمال المختبرية المكثفة وكذلك أثناء مباريات الدراجات ذات المراحل.

وقد اتضح أن هذا الشراب يساعد على الاحتفاظ بكفاءة أداء عالية ويعجل عمليات

الاستعادة في فترة الاستراحة بين مراحل السباق. كما حصل على تأثير جيد عند الرياضيين وخاصة متزلجي الجليد (أثناء المنافسة) شراب يضم في تركيبته شعيرًا.

وتفحص في الوقت الحاضر مجاميع من الفيتامينات والتي تؤمن فعالية عضلية مكثفة أثناء توفر ظروف الوسط غير المألوف وغير المريح، وانخفاض الضغط البارومتري وتغيير النظام الحراري، كذلك تزيد كفاءة وتمنح استراحة أفضل، وتم إعداد مجموعة من الفيتامينات على شكل خمائر في معهد لينينجراد للعلوم والأبحاث في التربية البدنية، ففي احد أشكال هذه المجموعات كانت الفيتامينات التالية (١٢٥ ملجم فيتامين) ٥ ملجم (B1) ٢,٥ ملجم (B2) ٧,٦ ملجم (BB) ٠,٥٥٠ جم (A)، وفي شكل آخر أضيفت (١٢) مادة أخرى هي B6، B12، B15، وينصح خلال فترة الوحدات التدريبية المكثفة استعمال ٢-٣ من خمائر الفيتامينات في اليوم.

في ضوء الدراسات وتطبيقات الوسائل التي تضاعف فاعلية الاستراحة وضعت في ضوء نتائجها التعميمات الآتية:

١- خلال الاستعمال الطويل لوسائل الاستعادة يتعود الجسم تدريجيًا عليها وبالتالي تنخفض فاعليتها، بحيث كلما كان تأثيرها على الجسم بدرجة عالية كلما كان التكيف تجاهها يحدث بصورة بطيئة وبالتالي يكون الحفاظ على فاعليتها أطول.

٢- إن استخدام وسائل مختلفة للاستعادة وبجرعة متنوعة يعد من الشروط الأساسية للعلاج الطبي الناجح في الاستعادة، لذا فمن الضروري عدم استعمال وسيلة واحدة للاستعادة وإنما استخدام وسائل متنوعة.

٣- يجب أن تكون مهارة استعمال الوسائل المختلفة في الاستعادة منتخبة، ولابد من الأخذ بعين الاعتبار ليس فقط المزايا الشخصية للرياضيين، وإنما أيضًا درجة تدريبهم وتأثير الوحدات التدريبية السابقة. وتعتبر الحالة الوظيفية في ظروف أحمال عضلية متوترة، وكما وردت الإشارة إلى أن تأثير الوسائل المختلفة للاستعادة تمتد إلى جميع مجالات الحياة الأخرى.

واستنادًا إلى ذلك يكون من الصعب جدًا تعميم توجيهات شاملة لكافة الأنواع الرياضية المستخدمة تحت مختلف الظروف، وكان يجب استخدام مجموعة وسائل أكثر فاعلية للاستعادة لكل نوع من الأنواع الرياضية، وهنا يجب أن يكون هناك تعاون وثيق بين المدرب والطبيب، وأن المعدات الطبية البيولوجية في الاستعادة يجب أن تتمازج مع الوسائل التعليمية والنفسية، وفي هذه الحالة فقط يمكننا التوصل إلى نتائج جيدة.

ومن المهم أيضًا النظر إلى التقويم الموضوعي لوسائل الاستعادة المختلفة وهنا من الضروري الاستخدام الواسع لطرق الطب الرياضي التي تستعمل لدراسة الحالة الوظيفية لجسم

الرياضي، واعتمادًا على نوع الرياضة وخصوصية وسائل الاستعادة المستخدمة فإن دراسة جهاز القلب الوعائي والأجهزة التنفسية والجهاز العصبي العضلي يمكن أن تعطي معلومات قيمة، بحيث أنه بالإضافة إلى الدراسات التي تجري في ظروف مختبرية ينبغي الأخذ بنظر الاعتبار المراقبة الطبية في عملية التدريب الرياضي لمراحل مختلفة من النتائج مباشرة عند استعمال الوسائل المختلفة، ولا ينبغي إهمال المشاهدات التعليمية والعوامل الموضوعية.

عند تقويم عمليات الاستعادة بموجب بيانات المؤشرات الوظيفية وتبادل إنتاج الطاقة من الضروري الأخذ بنظر الاعتبار أن تعزيز مصادر الطاقة في الأطوار المتأخرة من الاستعادة بعد الوحدات التدريبية (بعد مضي ٦ ساعات و ٢١ ساعة وأكثر)، بحيث إن تعزيز تبادل إنتاج الطاقة يعتمد ليس فقط على عامل التعويض لمصادر الطاقة الناضبة، وإنما على تقوية عمليات التأكسد . الاستعادة اللازمة للتخليق البيولوجي بسبب تجميع الآثار للوحدات التدريبية.

وقد تم التأكيد أنه بعد استخدام تمارين بشدة معتدلة في السباحة ورياضة الدراجات والتزلج على الجليد فإن التغيرات الأثرية لكفاءة الأداء العضلية والقابلية تجاه الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين وتكوين الدين الأوكسجيني تصف الديناميكية الحقيقية لاستعادة الأجهزة الوظيفية، وقد لوحظ عند السباحين وراكبي الدراجات علاقات للتغيرات الأثرية للحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين بعد الوحدات التدريبية ودورة التدريب السنوية وتشكيلة الدورة الصغيرة، ومراحل نتائج الوحدة التدريبية. إن الحصيلة الأساسية في استعادة المؤشرات الكاملة تحملها الساعات ٦-١٠ الأولى بعد الوحدات التدريبية حيث تشكل الاستعادة نسبة تتراوح بين ٨٥-٩٠٪ فأكثر، وافترضت ضرورة مضاعفة الأحمال التدريبية في السنوات الأخيرة إجراء الوحدات مرتين أو ثلاث مرات في اليوم، وأظهرت الدراسات المنفذة في السباحة وركوب الدراجات ورفع الأثقال أن التدريب مرتين في اليوم يظهر تأثيرًا كبيرًا مقارنة بالتدريب لمرة واحدة بحمل كبير.

وتحت تأثير الحمل التدريبي الكبير يحدث خلل في الموازنة المثلى لمصادر الطاقة الفنية وتنضب عمليات التخليق، وتهبط إمكانية إنتاج الطاقة الكيماوية *ATP* وتحولها إلى طاقة ميكانيكية للتقلصات العضلية، ونتيجة لذلك فإن الوجبة الكبيرة للحمل التدريبي المنفذ فورًا لا تظهر التأثير المطلوب، وفي هذه الظروف من المفيد فيما يبدو تقسيم الأحمال التدريبية الشاملة الواحدة إلى أقسام صغيرة، ومنذ سنوات تضمنت نظرية التدريب الرياضي (فولبرن، ياكوفلف) بأن كل وحدة تدريبية لاحقة يجب أن تستأنف إما في فترة الاستعادة القوية من الوحدة السابقة، أو أثناء مضاعفة كفاءة الأداء وباعتقاد هذين الباحثين يمكن فقط في هذه الحالة نتيجة تجميع الآثار، وجود مؤثر تدريبي عال، مضاعفة كفاءة الأداء المتخصصة. وفي هذا المجال يفرق عدد من الباحثين، فمثلًا يؤكد د. هاري (ألمانيا) «إن الزيادة مثلي في البلوغ تحدث عندما تكون الأحمال الجديدة من أجل إنضاج فرق التعويض» ومن ثم يجب أن تكون كفاءة الأداء في الغالب قد استعيدت إلى بداية الأحمال الجديدة.

وبموجب المنطلقات التي جاء بها (ماتفيف) من الضروري تجميع تأثير مجموعة من الوحدات التدريبية (وحدتين أو ثلاث وحدات وربما أكثر) التي تنفذ في ضوء الاستعادة غير الكاملة، ومن غير المستبعد إمكانية إجراء بعض الوحدات التدريبية من النوع الواحد في ضوء عدم الاستعادة ولكن بشرط إذا كانت سلسلة الوحدات المتشابهة تتعاقب باستراحة تعويضية كافية. وهكذا يعترف في الوقت الحاضر في النظرية الرياضية والتدريب الرياضي بأرجحية استئناف الوحدات التدريبية في ضوء عدم اكتمال عمليات الاستعادة من التدريبات السابقة.

عند تقويم فاعلية التدريب المكرر في فترة الاستعادة غير الكاملة من الضروري حساب تأثير الأحمال السابقة على الأحمال اللاحقة (مثلًا الزمن المتباين لعمليات الاستعادة).

ويكون هذا الزمن المتباين في العمليات الأثرية في ظروف الفعاليات الرياضية من الاستعادة في أوقات متباينة لمجموعة مختلفة من العضلات مثلًا أثناء التدريب الرياضي تحت تأثير التمارين التي تحدث تعبًا موضوعيًا أو شاملًا تصاب مجاميع العضلات المختلفة بالتعب بدرجات مختلفة، إضافة لذلك فإن قوي بعض العضلات في عدد من الحالات تتضاعف بعد التدريب، لذلك فأثناء فترة الاستعادة فإن المجاميع العضلية يكون زمن استعادتها مختلفًا.

ويحدث هذا الزمن المتباين لعمليات الاستعادة في أوقات متباينة لمجموعة مختلفة من العضلات أثناء الفعاليات الرياضية، فمثلًا أثناء التدريب الرياضي تحت تأثير التمارين التي تحدث تعبًا موضوعيًا أو شاملًا تصاب مجاميع العضلات المختلفة بالتعب بدرجات مختلفة إضافة لذلك فإن قوة بعض العضلات في عدد من الحالات تتضاعف بعد التدريب، لذلك فأثناء فترة الاستعادة فإن المجاميع العضلية يكون زمن استعادتها مختلفًا، فمثلًا تحدث استعادة المجاميع الصغيرة للعضلات (استقامة العضد، انحناء اليد) عند الرباعين بعد حمل كبير (من ١٧-١٨ طن) أسرع مما تحدث في المجاميع الكبيرة للعضلات (استقامة الساق، الجذع).

ويجب الأخذ بالحسبان تأثير الأحمال عند تقويم التأثير الإجمالي لعدد من الوحدات التدريبية، فالأحمال الكبيرة تؤدي إلى خفض الإمكانيات الوظيفية للجسم فقط بالنسبة لهذا البرنامج التدريبي، وفي الوقت نفسه فإن الرياضي يكون مستعدًا لإظهار كفاءة أداء عالية أثناء تمارين أخرى تختلف بتركيب حركتها أو باتجاه طاقتها، فمثلًا بعد (٦) ساعات التي تعقب حملًا كبيرًا في السباحة ذات طابع تأيني يلاحظ تجاوز الإمكانيات السريعة للبيانات الأولية، وبعد (٢٤) ساعة تستعاد كفاءة العمل اللاتأيني في الوقت الذي تكون فيه إمكانية التأين لا تزال منخفضة (فرجيسنيفيكي وآخرون).

لذلك فعند تقويم تأثير الأحمال السابقة على الأحمال اللاحقة من المفيد القول ليس عن الاستعادة (أو عدم الاستعادة أو التطبيع بقدر القول عن درجة الاستعادة إزاء استئناف تلك التمارين أو غيرها).

إن الدورات الصغيرة المختلفة من حيث التركيب تظهر أيضًا تأثيرات متباينة على جسم الرياضي، ففي السباحة تتسم الدورة التدريبية الأسبوعية (التأرجحية) مقارنة بالدورة (الضاربة) بهبوط أقل للإمكانية الأوكسجينية واستعادة أسرع، وتسبب الدورة الضاربة ذات عمليتي تدريب في اليوم أقل تغيرات وظيفية مقارنة بعملية تدريب واحدة (شريطة زيادة طفيفة في أحمال الدورة الضاربة) بدورة صغيرة مماثلة بالحجم والشدة ذات أحمال متناقضة تدريجيًا، تعتبر أقل إجهادًا، وتتسم بسرعة الاستعادة (١٢-٢٤ ساعة) وهكذا فإنه بتغير تركيب الدورة الصغيرة يمكن توجيه العملية التدريبية والتأثير الاختياري على تطور الإمكانية الوظيفية للرياضي.

عند وصف علاقة الحمل والاستراحة في الدورة التدريبية الصغيرة غالبًا ما ينطلق من أن تنفيذ الأحمال المعادة في فترة عدم الاستعادة تؤدي إلى انخفاض مستمر ومتقدم في كفاءة الأداء، وتشير الدراسات المنفذة إلى أنه حتى في حالة تنفيذ نظام تدريبي صارم تنخفض كفاءة الأداء بصورة ملحوظة فقط عن الحمل الأول، ويلاحظ في الحمل اللاحق عند إعادة التمرين استقرار حالة انخفاض كفاءة الأداء، وهكذا فإن الجسم حتى في ظروف عدم الاستعادة الواضحة يمتلك القابلية للاحتفاظ بكفاءة الأداء ولو في مستوى غير عال ولكن مستقر.

إن تسبيب القابلية للمنظومة البيولوجية على انحراف مستوى الحالة الوظيفية القائمة خلال الفعالية تعتبر أساسًا لظهور حالة وظيفية جديدة، وباستعمال هذه البيانات في التدريب الرياضي فإنها يمكن أن تشكل أساسًا فسلجيًا، إلا إنه ضمن حدود معقولة.

ويمكن لتحقيق نظام صارم بتمازج العمل بالاستراحة (التدريب أثناء عدم الاستعادة) أن يؤدي لتطوير المستوى العالي لكفاءة الأداء.

ومن هنا تتضح فاعلية تحقيق الكثير من الأحمال التدريبية أثناء الاستعادة الجزئية والتي تلاقي تأثيرًا في الدراسات المورفولوجية والبيولوجية التي أجراها الباحث (ساركيسوفا).

إن مضاعفة الإمكانيات الوظيفية لجسم الرياضي بمساعدة وسائل مختلفة للاستعادة: تعليمية . نفسية وطبية . فسلجية والمهارة الملائمة لوسائل الاستعادة المستعملة، تؤمن تبعًا للعملية التدريبية ودرجة التعب والتغيرات الأثرية لكفاءة الأداء والمزايا الذاتية وخصوصية الفعالية الرياضية، ظروفًا لمضاعفة كفاءة الأداء أثناء سير التدريب الرياضي.

الكاتب .. فى سطور

ريسان خريبط .. ولد فى مدينة العمارة بمحافظة ميسان عام ١٩٥٠ وفيها أكمل دراسته الابتدائية والمتوسطة ، ودرس الثانوية فى إعدادية العمارة ولم يكملها حيث انتقل إلى مدينة بغداد وأكمل الثانوية فى مدينة الكاظمية ، بعدها التحق بكلية التربية الرياضية جامعة بغداد بالوزيرية عام ١٩٧٢ وتخرج منها عام ١٩٧٦ ، ثم التحق بعدها ببعثة دراسية إلى الاتحاد السوفيتى عام ١٩٧٨ وحصل على الماجستير عام ١٩٧٩ بدرجة امتياز والدكتوارة عام ١٩٨٢ بدرجة امتياز ، وعاد إلى الوطن عام ١٩٨٣ والتحق بجامعة البصرة ، حيث أسس كلية التربية الرياضية ، وأسندت إليه عمادة كلية التربية الرياضية جامعة البصرة وكان أول عميد لها ، وأسس الدراسات العليا لمرحلة الماجسيتر عام ١٩٨٦ ومرحلة الدكتوارة عام ١٩٩٢ فى جامعة البصرة كلية التربية الرياضية .

- وفى عام ١٩٩٣ انتقل إلى جامعة بغداد وعمل أستاذاً للدراسات العليا لتدريس مادة التدريب الرياضى لطلاب الدكتوارة فى كلية التربية الرياضية للبنين جامعة بغداد ، وكذلك التدريس لطالبات الدكتوارة فى كلية التربية الرياضية للبنات جامعة بغداد وطالبات وطلاب الماجستير فى جامعة ديالى ، ثم التحق عام ١٩٩٦ لدراسة فوق الدكتوارة على نفقته الخاصة بعد حصوله على الموافقات الرسمية من جامعات بغداد و وزارة التعليم العالى ، وأنهى دراسة فوق الدكتوارة عام ١٩٩٨ ، وبهذا أصبح أول عراقى وأسيوى وثانى عربى يحصل على هذه الدرجة العلمية حيث تم معادلتها أعلى درجة علمية فى حقل التخصص فى دائرة البعثات العراقية بوزارة التعليم العالى ، ثم حصل على لقب أكاديمى عام ١٩٩٨ ويعتبر أول شخصية علمية فى دول العالم الثالث يحصل على هذا اللقب فى مجال التخصص.
- حصل الدكتور ريسان خريبط على لقب الأستاذية عام ١٩٩١ ، إذ يعتبر أول شخصية علمية يحصل على لقب الأستاذية فى مجال التخصص من جامعة البصرة ، وتسلسله سابع شخصية علمية فى العراق يحصل على هذا اللقب فى تاريخ التربية الرياضية .
- للدكتور ريسان خريبط عدداً من النشاطات العلمية منها ٥٢ كتاباً علمياً بين التأليف والترجمة والإعداد ، و ٢١٦ بحث ودراسة علمية ، وأشرف على ١٠٤طالب دكتوارة وماجستير.

● له مساهمات عديدة فى تأسيس العديد من المجالات العلمية منها :

- مؤسس كلية التربية الرياضية جامعة البصرة عام ١٩٨٣ .

- أسس قسم الدراسات العليا فى كلية التربية الرياضية جامعة البصرة لمرحلتى الماجستير عام ١٩٨٦ والدكتوارة عام ١٩٩٢ .

- من المساهمين الأوائل فى عقد المؤتمرات فى العراق حيث ساهم فى أول مؤتمر علمى نظمته كلية التربية الرياضية جامعة بغداد عام ١٩٨٥ وكان عضواً فى اللجنة التحضيرية للمؤتمر ، وبعدها لعب دوراً ريادياً فى تطوير المؤتمرات العلمية حيث استضافت كلية التربية الرياضية جامعة البصرة المؤتمر العلمى الثانى فى العراق فى مجال التربية الرياضية عام ١٩٨٦ ، ونظمت الكلية أول ندوة عربية فى مجال التربية الرياضية بالتعاون مع اتحاد جامعات الدول العربية عام ١٩٨٨ ، وتم انتخابه رئيساً للندوة فى حينها ، وهكذا تم تطوير المؤتمرات العلمية سنة بعد أخرى.

- أسس اتحاد الرياضة المدرسية فى العراق حينما كان أول رئيساً لهذا الاتحاد عام ١٩٩٣.

- اختير عضواً فى اللجنة الأولمبية الوطنية العراقية عام ١٩٩٣ .

- تم تكليفه برئاسة ممثلى اللجنة الأولمبية العراقية فى محافظة البصرة عام ١٩٩١ .

- تم اختياره الأستاذ الأول فى كلية التربية الرياضية جامعة البصرة وتم تكريمه بمناسبة اليوبيل الفضى للجامعة .

- تم اختياره الأستاذ الأول فى جامعة بغداد ، وتم تكريمه فى يوم العلم عام ١٩٩٥ .

- حصل على العديد من الجوائز والأوسمة والشهادات التقديرية وكتب الشكر .

- أسس قسم الدراسات العليا في كلية التربية الرياضية جامعة سبها بليبيا عام ١٩٩٦ ، ونظم أول مؤتمر علمى فى تاريخ التربية الرياضية فى ليبيا والذى أقيم فى كلية التربية الرياضية جامعة سبها .

- من مؤسسى المعهد العالى للتربية البدنية كلية التربية الرياضية جامعة صنعاء عام ١٩٩٧.

- مؤسس الأكاديمية الدولية لتكنولوجيا الرياضية فى السويد عام ٢٠٠٧.

- مؤسس مركز الدراسات الاستراتيجية عام ٢٠٠٨ فى السويد .

- أسس العديد من المجلات العلمية منها الثقافة الرياضية ، وهى أول مجلة علمية رياضية تعنى بالترقيات العلمية على مستوى العراق تم تأسيسها عام ١٩٨٥ وثانى مجلة عربية بعد مجلة كلية التربية الرياضية جامعة الزقازيق ، ثم قام بتأسيس مجلة دراسات وبحوث التربية الرياضية عام ١٩٨٨ التى تصدرها كلية التربية الرياضية جامعة البصرة ولا تزال مستمرة بالصدور .

- أسس مجلة الثقافة الرياضية فى كلية التربية الرياضية جامعة سبها فى ليبيا عام ١٩٩٩.

– أسس المجلة الأوربية لتكنولوجيا علوم الرياضية عام ٢٠١١ والتى تنشر الأبحاث العلمية بخمس لغات أجنبية .

● يتمتع حالياً الدكتور ريسان خريبط بعضوية العديد من المؤسسات والجمعيات والمجالس والأكاديميات نذكر منها :

● عضو الأكاديمية الدولية للمعلوماتية موسكو عام ١٩٩٧ .

● عضو المجلس الدولى للرياضة المدرسية والترويح برلين عام ٢٠٠٨ .

● عضو مجلس إدارة المركز الإقليمى للشرق الأوسط التابع للمجلس الدولى للتربية البدنية دبي .

● عضو المجلس الدولى للتربية البدنية بفرجينيا .

● الرئيس الفخرى للجمعية الرياضية السويدية العراقية بكوثنبيرغ بالسويد .

● المدير التنفيذى لمؤسسة الرياضة العربية بدبى .

● شارك فى العشرات من اللجان العملية ، وكذلك العشرات من المؤتمرات العلمية وكلف بمهام إدارية عديدة نذكر منها :

– عميد كلية التربية الرياضية جامعة البصرة .

– عميد المعهد العالى للتربية البدنية بصنعاء .

– رئيس قسم الدراسات العليا بكلية التربية الرياضية جامعة سبها .

– المدير الفنى لرعاية الشباب والرياضية فى دولة الإمارات .

– رئيس قسم البحوث والإحصاء فى مجلس أبوظبى الرياضى بدولة الإمارات .

– رئيس الأكاديمية الدولية لتكنولوجيا الرياضة بالسويد .

– رئيس مركز الدراسات الاستراتيجية لتكنولوجيا الرياضة بالسويد.

– المدير التنفيذى لمؤسسة الرياضية العربية دولة الإمارات .

● يذكر أن الدكتور ريسان خريبط كان أحد أبطال العراق فى جرى المسافات المتوسطة والطويلة ، ومثل العراق فى العديد من السباقات والبطولات الرياضية ، وكان عضواً فى المنتخب الوطنى العراقى بألعاب القوى من عام ١٩٦٩ حتى عام ١٩٧٧ وحاز على العديد من الجوائز فى البطولات الخليجية والعربية .

قائمة المراجع العربية

- ريسان خريبط .. تطبيقات فى علم الفسيولوجيا والتدريب الرياضى - دار الشروق - عمان ١٩٩٥ .
- ريسان خريبط .. التعب العضلى وعمليات استعادة الشفاء للرياضيين - دار الشروق - عمان ١٩٩٥ .
- ريسان خريبط .. الكيمياء الفسلجية فى التدريب الرياضى - دار الكتب - البصرة ١٩٨٨ .
- ريسان خريبط .. الطاقة الحيوية للرياضيين - دار الشروق - عمان ٢٠٠١ .
- ريسان خريبط .. تخطيط وتقويم التدريب الرياضى - دار الشروق - عمان ٢٠٠١ .
- ريسان خريبط .. التدريب الرياضى - الموصل - عمان ١٩٨٨ .
- ريسان خريبط .. التدريب الرياضى للأطفال والناشئين - دار الشروق - عمان ٢٠٠٢ .

قائمة المراجع الأجنبية

- Белых С.И. /Проблемы совершенствования подготовки кик - боксеров. Материалы VI Международного науч. Конгресса. -Варш - ва, 2002.- С.146-147.
- Белых С.И. / Новое в подготовке кикбоксеров. Матеріали II Вс - укр. наук.-практ. конф. «Здоров`я і освіта: проблеми та перспективи». - Донецьк: ДонНУ, 2002. - С. 121-122.
- Белых С.И. Спортивная наука в спорте высших дострижений. Материалы Международного Конгресса «Спорт и здоровье». Т. I . - СПб, 2003.- С.28-30.
- Дмитриев Д.А. Влияние экзаменационного стресса и психоэмоционал - ных особенностей на уровень артериального давления и регуляцию се - дечного ритма на студенток /Д.А. Дмитриев, А.Д. Дмитриев, Ю.Д. Карпе - ко, Е.В. Саперова// Физиология человека. - 2008. - Т. 34, № 5. - С. 89-96.
- Клевенко В.М. Быстрота в боксе /В.М. Клевенко - М.: ФиС, 1968. - 95с.
- Наследов А.Д. Математические методы психологического исследов - ния. Анализ и интерпретация данных. Учебное пособие /А.Д. Наследов - СПб.: Речь, 2007. - 392 с.
- Поскотинова Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокри - ный статус подростков и молодых лиц в условиях Европейского Севера России: автореф. дис. …д-ра биол. наук / Поскотинова Л.В. - Архангельск, 2009. - 39 с.
- Титова Т.А. Пути профилактики психосоматических нарушений и п - вышения адаптационных возможностей студентов в процессе обучения /Т.А. Титова, Г.Р. Мухамедова// Материалы Всероссийской научно-практ. конф. «Здоровье, физическое развитие и образование: состояние, проблемы и перспективы». - Екатеринбург: ГОУ ВПО «РГППУ», 2007. - С. 382-388.

- Муфтахина Р.М., Шаяхметова Э.Ш. Оценка некоторых психофизи - логических функций единоборцев в ходе тренировочных нагрузок /Р.М. Муфтахина, Э.Ш. Шаяхметова// Теория и практика физической культуры. ‑ 2009. - № 4. ‑ С. 76-77.
- Хусяйнов З.М. Тренировка нокаутирующего удара боксёров высокой квалификации /З.М. Хусяйнов - М.: МЭИ, 1995. ‑ 72 с.
- Стратегия развития физической культуры в России до 2020 /www.infosport.ru/strategiya/
- Федеральная целевая программа развития физической культуры и спо - та в Российской Федерации на 2006‑2015 годы/ Постановление правительства от 11.01.2006 № 7.
- Фетисов В.А. О критериях и показателях развития физической культуры и спорта в зарубежных странах /В.А. Фетисов; Федеральное агентство по физической культуре и спорту ‑ М.: Советский спорт, 2005. ‑ 80с.
- Малахов М.Я. В кн.: Справочник. Медицинские лабораторные технол - гии. С.Петербург. - 2002, - с.571-599.
- Перевощиков Ю.А. Применение экспрессных тестовых систем в оценке состояния организма в экстремальных условиях физических нагрузок. // Вестник проблем современной медицины.- 1996.- №2.- С.127-130.
- Шальнова А.А., Иванов А.А.,Воронин Н.Н. И Др.Иммунобиологи Ч - ские Исследования В Медицинском И Экологическом Мониторинге //Гигиена И Санитария. - 1996. - N 3. -С. 53-55.
- Шальнова Г.А.,Морозов Э.М.,Татаурщиков А.П. И Др.// Микрофлора Кожи Человека: Клинико- Диагностическое Значение. - М.,1997 - С. 24- 32.
- Ритм Сердца У Спортсменов /Под Ред. Р. М. Баевского И Р. Е. Мотылянской.‑М.: Физкультура И Спорт, 1986. ‑ 143 С.
- Бундзен П.В., Евдокимова О.М. Психофизическая Тренировка При Измененных Психосоматических Состояниях Студенческой Молодежи. (Методическое Пособие).‑Санкт-Петербург.‑1998.‑32 С.
- Гиссен Л. Д. Время Стрессов М.: Физкультура И Спорт, 1990. ‑ 192 С.
- Евдокимова О. М. Технология Валеометрии И Интегрирова - ная Психофизическая Тренировка В Оздоровительной Физической Культуре /Автореферат ДиссерТации На Соискание Ученой Степени Доктора Медицинских Наук.‑ Санкт-Петербург, 2000. ‑ С. .64 ‑ 66.

تابع قائمة المراجع الأجنبية

- Зайцев В.П. Современные Психодиагностические Технологии В Восстановительной Медицине Материалы Первого Всероссийск - го Съезда Врачей Восстановительной Медицины. М., 2007, С. 103.
- Коротич В.А., Шелихов А.В. Температурная Асимметрия У Студен-Тов В Процессе Обучения И Экзаменационной Деятельности / Влияние Факторов Внешней Среды На Организм Человека. Сбо - ник Научных Трудов./Под Ред. Профессора В. Ф. РуДько –М.: Изд. Ммси, 198 С.
- Полиевский С.А., Иванов А.А., Григорьева О.В., Сивцев И.Н. К Диагностике И Мониторингу Физического Здоровья И Спортивной Формы Студентов - Спортсменов. // Теория И Практика Физической Культуры. ‾ 2005. ‾ N3. ‾ С. 24 ‾ 26.
- Полиевский С.А., Иванов А.А., Церябина В.В. Эффективность Применения Биокорректора «Суперпротамин» В Восстановительном Лечении Больных После Сотрясения Головного Мозга // Вестник Восстановительной Медицины. - № 1(29), 2009. - с.77-79.
- Полиевский С.А., Иванов А.А., Рыбаков В.Б. Преморбидные Состояния, Двигательная Активность И Самооздоровление Студентов//Преподаватель Xxi Века. - №3. - 2009. - С.125-134.
- Саркисянц Э. Э., Башкирова М. А. Состояние Иммунной СистЕмы У Де - ского Населения, Проживающего В Условиях Индустриального Города. Метод - логия, Организация И Итоги Массовых Иммунологических Обследований. Тез - сы Докладов/ Всесоюзная Конференция. Москва-Ангарск. -1987.- -С. 105-106.
- Семашко Л.В., Мальцева Е.В. Неспецифическая Антимикробная Резистен - ность У Учащихся И Преподавателей Общеобразовательной И Творческих Школ./ Объединенный Медицинский Журнал. //Микробиология. ‾ 2003. - № 1. ‾ С.78 ‾ 83.
- Полиевский С.А., Жулего П.И., Церябина В.В., Никитин М.В., Иванов А.А. Эффективность применения биокорректора «Суперпротамин» в восстановительном лечении больных после сотрясения головного мо - га// Вестник восстановительной медицины. - № 1(29), 2009. - С.77-79
- Церябина В.В., Жулего П.И., Никитин М.В. Особенности восстано - ления физической работоспособности при дорожно- транспортных и уличных травмах в системе «скоропомощная больница ‾ домашние условия». Теория и практика прикладных и экстремальных видов спо - та. Научно- методический журнал . - №1 (16)2010. - С.33-36.

- *French, K.E., & McPherson, S.L. (2003). Development of expertise in sport. In M.R.Weiss (Ed), Developmental sport and exercise psychology : a lifespan perspective (pp.402423-) : Fitness Information technology.*
- *Gobet, F. (2001). Réseau de discrimination en psychologie : L'exemple de CHREST. Journal suisse de psychologie, 60, 264277-.*
- *Goldstone, R.L. (1998). Apprentissage perceptif. Annual Review of Psychology, 49, 585612-.*
- *Thorpe, R. & al (2001). A changing focus in games teaching. In Almond, L. (Ed). The place of physical education in schools. London, GB.*
- *Laurent, E., Ward, P, Williams, A.M & Ripoll, H. (2006). L'expertise en basket-ball modifie t-elle la discrimination perceptive des habiletés cognitives, Underlying Cognitive and visual behaviours, Visual cognition,13, 247271-.*
- *Lemaire, P. (1999). Psychologie cognitive, Ed de Boeck, 229-53 ,4-3-*
- *Mervis and Rosch (1981). Categorization of natural objects. In M. R. Rosenzweig & L. W. Porter (Eds.), Annual Review of Psychology (Vol. 32).*
- *Ripoll, H & Baratgin, J. (2004). Les déterminants cognitifs de l'organisation spatiale du joueur de sports collectifs : Application à là Simulation, Rapport de recherche Cognition 9Ob.*
- *Williams, M (2002). Perceptual and cognitive expertise in sport, The Psychologist, V15 , N°8.*
- *Williams, A., Davids, K., & Williams, J.G .(1999). Perception visuelle et l'action en sport Sports Science, Sports Studies psychology.*
- *Adams, G.M: Exercise physiology laboratory manual, W.M.C- Brown publishers, 1990 .*
- *Americancollege of sport medicine Guidelines for graded Exercise testing and Exercise prescription, philodel - pha,lea and febiger - 1986 .*
- *Devries . H-A: Physiology of Exercise for Physical education and athletics . Dubugun, IA: Wim, C- Brown - 1986 .*
- *FOX, E . L : Sport Physiolohy : Saunders college publishing HOLT,Rinehart and Winston, 1984 .*
- *Pawers, Scoit, and Howley, Edward T. Exercise Physiology - Theory and Application to Fitness and Perfornance, the MC Grawhill companies, 2001 .*
- *Skott K . Powers Edward T . Howley - Regulation of Acid - Bace balance during exercise in Exercise Physiology - MC Grawhill companies U. S. A 2001- P. 216 .*
- *Katch - M. K. (2000) Essentials of Exercise Physiology - L E A & Febiger- Philadelphia .*
- *Mario Kratz at al (2002) the impact of dietary fat composition serum Leptin concentrations stealthy - Non obese men and women - Vol 87, No, 11 .*

فهرس الكتاب